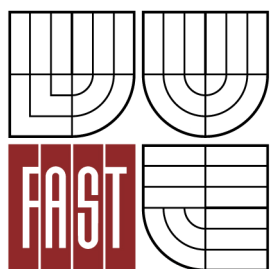




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ  
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

## VYTÁPĚNÍ VÝSTAVNÍCH PROSTOR HEATING OF THE EXHIBITION ROOMS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

PAVEL ŽENÍŠEK

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

Ing. MARCELA POČINKOVÁ, Ph.D.

BRNO 2014



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

<b>Studijní program</b>	B3607 Stavební inženýrství
<b>Typ studijního programu</b>	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
<b>Studijní obor</b>	3608R001 Pozemní stavby
<b>Pracoviště</b>	Ústav technických zařízení budov

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

<b>Student</b>	Pavel Ženíšek
<b>Název</b>	Vytápění výstavních prostor
<b>Vedoucí bakalářské práce</b>	Ing. Marcela Počinková, Ph.D.
<b>Datum zadání bakalářské práce</b>	30. 11. 2013
<b>Datum odevzdání bakalářské práce</b>	30. 5. 2014
V Brně dne 30. 11. 2013	

.....  
doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.  
Vedoucí ústavu

.....  
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA  
Děkan Fakulty stavební VUT

## **Podklady a literatura**

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. Aktuální legislativa ČR
3. České i zahraniční technické normy
4. Odborná literatura
5. Zdroje na internetu

## **Zásady pro vypracování**

A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu, rozsah 15 až 20 stran

B. Výpočtová část

- analýza objektu – koncepční řešení vytápění a větrání objektu, volba zdroje tepla,
- výpočet tepelného výkonu,
- stanovení a hodnocení průměrného součinitele prostupu tepla budovy v podle vyhlášky č.78/2013 Sb. ,
- návrh otopných ploch,
- návrh zdroje tepla,
- návrh přípravy teplé vody, event. dalších spotřebičů tepla,
- dimenzování a hydraulické posouzení potrubí, návrh oběhových čerpadel
- návrh zabezpečovacího zařízení,
- návrh výše nespécifikovaných zařízení, jsou – li součástí soustavy
- roční potřeba tepla a paliva

C. Projekt – úroveň prováděcího projektu: půdorysy + legenda, 1:50 (1:100), schéma zapojení otopných těles - / 1:50 (1:100), půdorys (1:25, 1: 20) a schéma zapojení zdroje tepla, technická zpráva.

## **Předepsané přílohy**

.....  
Ing. Marcela Počinková, Ph.D.  
Vedoucí bakalářské práce

## **Abstrakt**

Bakalářská práce řeší vytápění výstavního prostoru a přípravu teplé vody. Objekt bude vytápěn deskovými tělesy, konvektory a podlahovým vytápěním. Jako zdroj tepla je použité tepelné čerpadlo. Teplá voda je připravována v zásobníku, ohřívána otopnou vodou ze zdroje tepla. V projektu se zabývám návrhem, dimenzováním a zapojením těchto částí. Součástí práce je i teoretická část na téma podlahové vytápění.

## **Abstrakt**

The bachelor thesis deals with the heating of the exhibition rooms and preparation of the warm water. The building will be heated by plate radiators, convectors and under-floor heating. As a heat source is used a heat pump. Warm water is prepared in the DHW cylinder, heated by the heating water from the heat source. The project deals with the design, dimensioning and connection of these parts. The thesis also includes a theoretical part on the topic of underfloor heating.

## **Klíčová slova**

Podlahové vytápění, tepelné čerpadlo, akumulční nádrž, příprava teplé vody, teplosměnná plocha, potrubí.

## **Keywords**

Underfloor heating, heat pumps, DHW cylinder, warm water preparation, heat transfer area, pipeline.



## **Bibliografická citace VŠKP**

Pavel Ženíšek *Vytápění výstavních prostor*. Brno, 2014. 124 s., 4 příl. Bakalářská práce.  
Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov.  
Vedoucí práce Ing. Marcela Počinková, Ph.D.

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 23.5.2014

.....  
podpis autora  
Pavel Ženíšek

## **Poděkování**

Chtěl bych poděkovat paní Ing. Marcele Počinkové, Ph.D. za její ochotu, odborné vedení, užitečné rady a čas, který byla ochotna mi věnovat při konzultaci mé bakalářské práce.

# OBSAH

<b>A. TEORETICKÁ ČÁST .....</b>	<b>12</b>
Úvod .....	13
<b>1. Historie podlahového vytápění .....</b>	<b>14</b>
<b>2. Základní dělení.....</b>	<b>14</b>
<b>3. Vlastnosti podlahových konstrukcí .....</b>	<b>14</b>
3.1. Tepelný odpor konstrukce.....	15
3.2. Tepelná jímavost podlahy .....	16
3.3. Maximální teploty povrchu podlah.....	16
<b>4. Dělení podlahového vytápění dle konstrukce a provádění .....</b>	<b>17</b>
4.1. Podle provedení otopné ploch .....	17
4.2. Podle tvarování topného hadu .....	19
4.3. Podle způsobu uchycení vodovodních trubek .....	20
<b>5. Jednotlivé vrstvy podlahového vytápění.....</b>	<b>21</b>
5.1. Tepelná izolace.....	21
5.2. Hydroizolace .....	23
5.3. Roznášecí a vyrovnávací vrstva .....	23
5.4. Podlahové krytiny .....	24
5.5. Materiály otopného hadu.....	24
<b>6. Technické požadavky .....</b>	<b>25</b>
6.1. Dilatační celky .....	25
6.2. Ochrana potrubí .....	25
6.3. Zkoušky podlahového vytápění .....	26
<b>7. Výpočet teplovodního podlahového vytápění .....</b>	<b>27</b>
<b>8. Hydraulický výpočet otopného hadu .....</b>	<b>30</b>
8.1. Tlaková ztráta třením .....	30
8.2. Tlaková ztráta místními odpory .....	31
<b>9. Regulace podlahového vytápění.....</b>	<b>32</b>
<b>B. VÝPOČTOVÁ ČÁST .....</b>	<b>33</b>
<b>1. Analýza objektu .....</b>	<b>34</b>
<b>2. Výpočet tepelného výkonu .....</b>	<b>35</b>
2.1. Výpočet a posouzení součinitele prostupu tepla konstrukcí.....	35
2.2. Výpočet tepelných ztrát.....	41
<b>3. Hodnocení průměrného součinitele prostupu tepla.....</b>	<b>63</b>

<b>4. Výpočet podlahového vytápění .....</b>	<b>67</b>
<b>5. Návrh otopných těles .....</b>	<b>69</b>
5.1. Technický list deskových těles Radik VK.....	71
5.2. Technický list konvektorů LK .....	72
5.3. Technický list vzduchové clony C1-W-200 DOORMASTER.....	73
<b>6. Dimenzování a hydraulická regulace otopné soustavy .....</b>	<b>74</b>
6.1. Výpočtové schéma pro desková otopná tělesa a kolektory .....	78
6.2. Technický list ventilové vložky .....	79
6.3. Technický list přímého připojovací šroubení Heimer.....	79
6.4. Technický list regulačního šroubení Heimeier .....	80
6.5. Technický list ventilu Danfoss .....	80
6.6. Technický list R +S .....	81
<b>7. Návrh vyvažovacího ventilu Hydronic System .....</b>	<b>82</b>
<b>8. Návrh trojcestných ventilů VRG 130 a 230 .....</b>	<b>83</b>
8.1. Technický list směšovacího ventilu ESBE VRG130 .....	84
8.2. Technický list směšovacího ventilu ESBE VRG230 .....	85
<b>9. Návrh oběhových čerpadel .....</b>	<b>86</b>
<b>10. Návrh ohřevu teplé vody .....</b>	<b>91</b>
10.1. Technický list zásobníku na teplou vodu OKCE 500 NTR/HP .....	93
<b>11. Návrh zdroje tepla .....</b>	<b>94</b>
11.1. Návrh výkonu .....	94
11.1. Návrh vrtů .....	94
11.2. Technický list pro tepelné čerpadlo IVT D55 .....	95
<b>12. Návrh akumulčního zásobníku .....</b>	<b>96</b>
<b>13. Návrh zabezpečovacího zařízení .....</b>	<b>96</b>
13.1. Návrh expanzní nádoby .....	96
13.2. Návrh pojistných ventilů .....	97
13.2.1. Návrh pojistného ventilu pro otopnou soustavu.....	97
13.2.2. Návrh pojistného ventilu pro ohřev teplé vody .....	97
13.3. Technický list navržené akumulční nádrže TPSM 1500 .....	98
13.4. Technický list navržené expanzní nádoby MB 150 .....	98
13.5. Technický list pojistného ventilu pro přípravu otopné vody .....	99
13.6. Technický list pojistného ventilu pro přípravu teplé vody .....	100
<b>14. Výpočet potřeby tepla .....</b>	<b>101</b>

<b>15. Návrh tepelné izolace potrubí.....</b>	<b>105</b>
15.1. Technický list tepelné izolace potrubí ROCKWOOL.....	108
15.2. Technický list tepelné izolace potrubí MIRELON.....	109
<b>C. PROJEKT .....</b>	<b>110</b>
<b>1. Technická zpráva .....</b>	<b>111</b>
1.1. Úvod .....	111
1.1.1. Umístění objektu.....	111
1.1.2. Popis objektu .....	111
1.1.3. Popis provozu v objektu .....	111
1.2. Podklady .....	111
1.3. Základní technické informace .....	112
1.4. Zdroj tepla.....	112
1.4.1. Druh primární energie .....	112
1.4.2. Zdroj tepla pro vytápění a ohřev teplé vody .....	112
1.4.3. Zabezpečovací zařízení .....	112
1.5. Otopná soustava .....	113
1.5.1. Popis otopné soustavy .....	113
1.5.2. Otopné plochy.....	113
1.5.3. Vedení rozvodů .....	114
1.5.4. Materiál rozvodů, spojování, izolace .....	114
1.5.5. Oběhová čerpadla .....	114
1.5.6. Plnění, vypouštění a odvzdušnění soustavy .....	114
1.5.7. Regulace.....	114
1.6. Požadavky na ostatní profese .....	115
1.6.1. Požadavky na stavební práce .....	115
1.6.2. Požadavky na elektroinstalace .....	115
1.6.3. Požadavky na rozvod zdravotnické.....	115
1.6.4. Požadavky na měření a regulace.....	115
1.7. Montáž, uvedení do provozu a provoz .....	115
1.7.1. Zdroj.....	115
1.7.2. Otopná soustava .....	116
1.7.3. Topná zkouška .....	116
1.7.4. Způsob obsluhy a ovládání.....	116
1.8. Ochrana zdraví a životního prostředí .....	116

1.8.1. Vlivy na životní prostředí.....	116
1.8.2. Hospodaření s odpady .....	116
1.9. Bezpečnost a požární ochrana .....	117
1.9.1. Požární ochrana .....	117
1.9.2. Bezpečnost při realizaci díla .....	117
1.9.3. Bezpečnost při provozu a užívání zařízení.....	117
<b>Závěr .....</b>	<b>118</b>
<b>Seznam použitých zdrojů .....</b>	<b>119</b>
<b>Seznam použitých zkratk a označení .....</b>	<b>121</b>
<b>Seznam obrázků a tabulek .....</b>	<b>123</b>
<b>Seznam příloh .....</b>	<b>124</b>

## **A. TEORETICKÁ ČÁST**



## ÚVOD

V první, Teoretické části, bakalářské práce jsem zpracoval téma podlahového vytápění. Nastínil jsem jeho základní dělení, hlavní součásti, používané materiály, způsoby pokládky a řešení některých konstrukčních prvků podlahového vytápění. Dále jsem uvedl zjednodušený postup výpočtu teplovodního podlahového vytápění a možnosti regulace tohoto systému. Informace jsem následně použil ve výpočtové části mé práce.

Ve Výpočtové části řeším vytápění výstavních prostor za použití obnovitelných zdrojů energie. Budova je z větší části vytápěna podlahovým vytápěním dále je doplněna otopnými tělesy. Současně zde řeším přípravu teplé vody, návrh zdroje tepla a návrh dalších součástí otopné soustavy. Pro zpracování práce byli použity postupy a vztahy dle technických norem.

Ve třetí, Projektové části je řešena grafická část projektu. Součástí je i technická zpráva.

## **1. HISTORIE PODLAHOVÉHO VYTÁPĚNÍ**

První podlahové vytápění bylo zaznamenáno již ve starověkém Římě. Vynálezcem byl Gaia Segria Orata. Navrhl systém topení horkým vzduchem z topeniště tzv. Hypokautustum. Jednalo se o ohniště bez roštu umístěné pod objektem. Spaliny proudily pod objektem a prohřívaly tak konstrukce, které následně sdílely teplo do prostoru. Účinnost tohoto systému byla kolem 10%. [1]

## **2. ZÁKLADNÍ DĚLENÍ**

Dnešní velkoplošné vytápění lze rozdělit dle [1]:

- a) Teplonosné látky:
  - teplovodní
  - elektrické
  - teplovzdušné
- b) Stavební konstrukce:
  - podlahové (povrchová teplota 25 až 34 °C)
  - stropní (povrchová teplota 40 až 45 °C)
  - stěnové (povrchová teplota 55 až 60 °C)
- c) Technologie provádění :
  - mokré
  - suché

## **3. VLASTNOSTI PODLAHOVÝCH KONSTRUKCÍ**

Při návrhu teplovodního podlahového vytápění je nutné brát ohled na tepelně technické vlastnosti konstrukce podlahy což jsou:

- 1) tepelný odpor konstrukce
- 2) tepelná jímavost podlahy
- 3) maximální teplota povrchu podlah

### 3.1. Tepelný odpor konstrukce

Tepelný odpor konstrukce se skládá z tepelných odporů jednotlivých vrstev. Tepelný odpor  $R$  vyjadřujeme podílem tloušťky a součinitele tepelné vodivosti dle ČSN 73 054–2 [5]:

$$R = \frac{d}{\lambda} \quad [m^2 \cdot K / W] \quad (1)$$

kde:  $R$  tepelný odpor vrstvy [ $m^2 \cdot K/W$ ]  
 $d$  tloušťka vrstvy [m]  
 $\lambda$  součinitel tepelné vodivosti [ $W/m \cdot K$ ]

Jednotlivé konstrukce podlahy měli splňovat minimální požadavky na součinitel prostupu tepla  $U \leq U_n$  dle normy ČSN 73 054–2[5]. Výpočet součinitele prostupu tepla  $U$  konstrukce dle vztahu:

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum_1^n R_j + R_{se}} \quad [W / m^2 \cdot K] \quad (2)$$

kde:  $U$  součinitel prostupu tepla [ $W/m^2 \cdot K$ ]  
 $\sum R$  suma tepelných odporů vrstev konstrukce [ $m^2 \cdot K/W$ ]  
 $R_{se}$  odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce [ $m^2 \cdot K/W$ ]  
viz ČSN 73 0540–3 [9]  
 $R_{si}$  odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce [ $m^2 \cdot K/W$ ]  
viz ČSN 73 0540–3 [9]

ČSN EN 1264–4 [11] požaduje nejmenší tepelný odpor konstrukce pod soustavou podlahového vytápění:

- 0,75, je-li spodní místnost vytápěná
- 1,25, je-li spodní místnost vytápěna přerušovaně či nevytápěná, nebo jedna-li se o podlahovou konstrukci na zemině a hladina spodní vody je vzdálena více než 5 m
- 2,0 pro oblasti s výpočtovou venkovní teplotou od  $-5$  do  $-15$  °C

### 3.2. Tepelná jímavost podlahy

Podlahy se třídí z hlediska poklesu dotykové teploty  $\Delta\theta_{10,n}$  a účelu budovy a místností do kategorií podle tab. 1 dle ČSN 73 0540–2 [9]. Pokles teploty se zjistí na základě výpočtu tepelné jímavosti podlahy B a vnitřní povrchové teploty podlahy  $\theta_{si}$ .

**Tab. 1** Kategorie podlah z hlediska poklesu dotykové teploty po teploty  $\Delta\theta_{10,n}$  [1]

Kategorie podlahy	Max. dovolená hodnota $B_N$ ( $W s^{1/2}/m^2 K^{-1}$ )	Pokles povrchové teploty $\Delta\theta_{10,n}$ ( $^{\circ}C$ )
I. velmi teplé	do 350	do 3,8 včetně
II. teplé	351 až 700	do 5,5 včetně
III. méně teplé	701 až 850	do 6,9 včetně
IV. studené	nad 850	od 6,9

Tepelná jímavost podlahové konstrukce se určuje pro zimní období na základě neustáleného tepelného stavu daného [8]:

- počáteční povrchovou teplotou
  - chodidla  $t_N = 33^{\circ}C$
  - podlahy  $t_P = 17^{\circ}C$
- dobou dotyku chodidla s podlahou  $\tau = 10$  min.

Podlahové otopné plochy mají vykazovat tepelnou jímavost  $B_N$  maximálně podle tab. 1. Z hlediska tepelné jímavosti se neposuzují pokud je [8]:

- nášlapná vrstva textilovina
- povrchová teplota vyšší než  $26^{\circ}C$

### 3.3. Maximální teploty povrchu podlah

Normové maximální teploty povrchu podlahových krytin u podlah s vytápěním jsou stanoveny hodnotou [2]:

- $29^{\circ}C$  pro obytné prostory
- $35^{\circ}C$  pro okrajové zóny

Z hlediska teploty posuzujeme maximální střední povrchovou teplotu podlahy  $t_p$ .

Z fyziologických důvodů nemá překročit hodnotu [1]:

- $t_p = 27$  až  $28\text{ }^{\circ}\text{C}$  u místností pro trvalý pobyt (obytné místnosti, kanceláře atd.)
- $t_p = 30$  až  $32\text{ }^{\circ}\text{C}$  u pomocných místností, kde člověk jen příležitostně přechází (předsíně, chodby, schodiště atd.)
- $t_p = 32$  až  $34\text{ }^{\circ}\text{C}$  u místností, kde člověk převážně chodí bos (plovárny, lázně, koupelny atd.)

## 4. DĚLENÍ PODLAHOVÉHO VYTÁPĚNÍ DLE KONSTRUKCE A PROVÁDĚNÍ

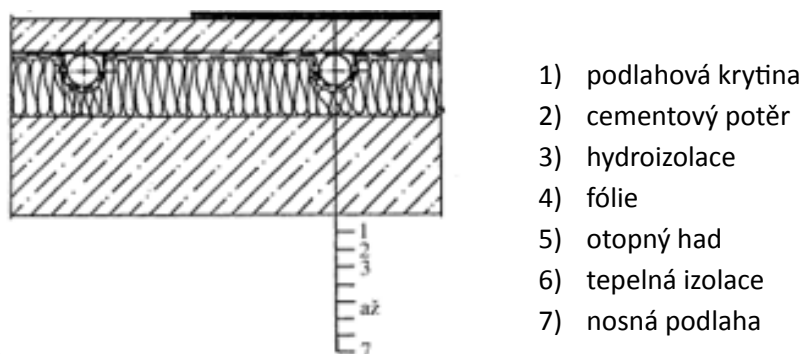
### 4.1. Podle provedení otopné ploch

Dělíme takto [1]:

- a) suchým způsobem
- b) mokrým způsobem
- c) přes modulové klima desky

#### a) Suchý způsob

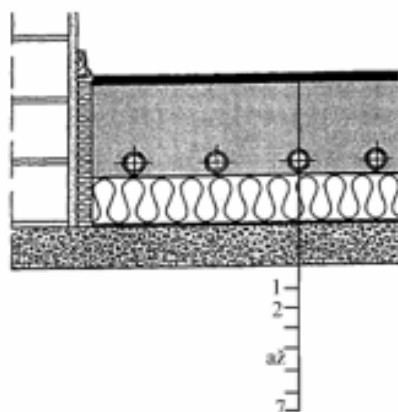
Suchý způsob znamená, že teplovodní potrubí je uloženo v izolační vrstvě pod roznášecí vrstvou podlahy. Na obr. 1 tvoří roznášecí vrstva cementový potěr. Tuto vrstvu lze vytvořit i např. pomocí CETRIS desek. Od roznášecí vrstvy je potrubí odděleno folií. Pro zlepšení rozložení tepla v podlaze se používají kovové lamely. Suchý způsob pokládky se vyznačuje vyšší teplotou vody na přívodu, okolo  $40$  až  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Je vhodnější pro případy, kdy nám bude stačit měrný tepelný výkon do  $50\text{ W/m}^2$ . Výhodou tohoto systému je nižší konstrukční výška podlahy, možnost okamžitého zátopu a nižší zatížení stropní konstrukce (v případě použití lehké roznášecí vrstvy). [1]



**Obr. 1** Suchý způsob vytvoření otopné plochy - řez podlahou [8]

b) Mokrý způsob

Jedná se o způsob pokládky, kde teplovodní potrubí je vedeno přímo v roznášecí vrstvě, případně ve vyrovnávací vrstvě. Tento způsob pokládky se používá nejčastěji. Teplota vody na přívodu je okolo 35 až 55 °C. Tepelný výkon podlahy je vyšší než u suchého způsobu pokládky a pohybuje se nad 50 W/m<sup>2</sup>. [1]



- 1) podlahová krytina
- 2) cementový potěr
- 3) hydroizolace
- 4) fólie
- 5) otopný had
- 6) tepelná izolace
- 7) nosná podlaha

**Obr. 2** Mokrý způsob vytvoření otopné plochy - řez podlahou [8]

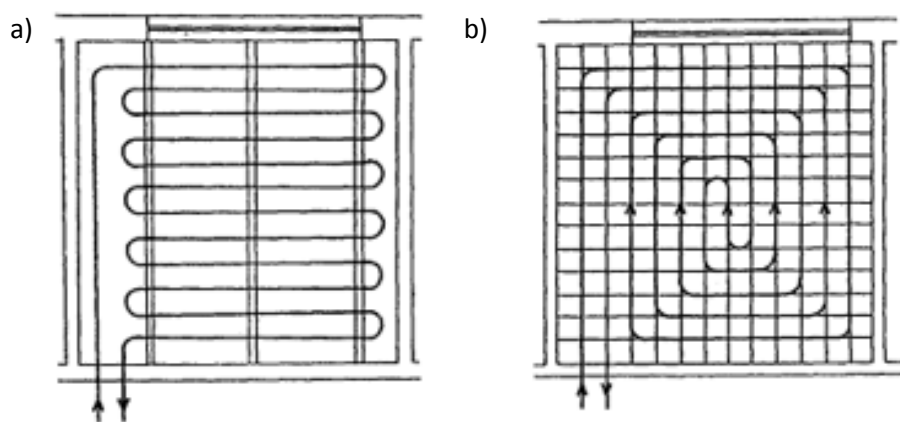
c) Modulové klima podlahy

Jedná se o speciální typ pokládky, který se v ČR nepoužívá. Místo potrubí se používají duté profilované desky nebo pásy. Jednotlivé desky se spojují hydraulicky. Výhoda tohoto systému je v nižší konstrukční výšce podlahy a v lepším rozložení teploty v podlaze. Tento systém se používá pro teploty otopné vody v rozmezí 25 až 35 °C. Nevýhodou tohoto systému je ale nižší průtočné množství vody díky malým průřezům a vyšší požadavky na čistotu otopné vody. [1]

## 4.2. Podle tvarování topného hadu

- meandrový způsob pokládky
- spirálový způsob pokládky

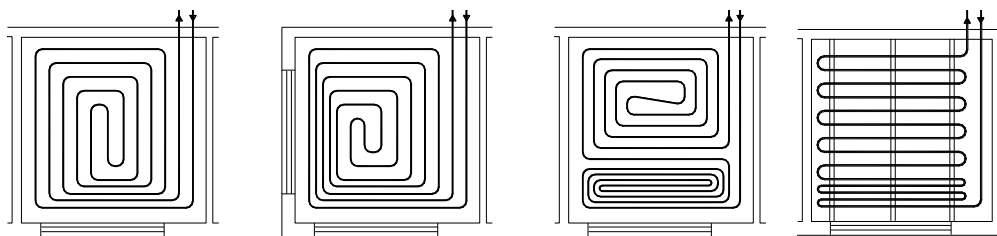
Tvar topného hadu má vliv na rozložení teplot v podlaze. U meandrového způsobu pokládky (Obr. 3a) je přívodní potrubí vedeno nejprve k ochlazované stěně a následně pokračuje k vnitřní stěně. Z tohoto důvodu dochází k poklesu teplot od obvodové ochlazované konstrukce směrem k vnitřní stěně. Tedy vzniká lepší rozložení teploty v místnosti. Meandrový způsob je technologicky jednodušší, ale potrubí je často ohýbané pod úhlem 180°. [2]



**Obr. 3** Tvarování topného hadu a) Meandrový způsob kladení , b) Kladení ve tvaru plošné spirály [8]

V případě topné hadu ve tvaru plošné spirály (Obr. 3b) je kladeno střídavě potrubí přívodní a vratné. Teplota podlahy je tak rovnoměrná po celé ploše. Nevýhodou je, že dochází k poklesu vnitřní teploty od ochlazované stěny.

Tento pokles teploty u obvodových stěn lze řešit vytvořením okrajové zóny. Ta se vytváří zmenšením roztečí potrubí u ochlazovaných konstrukcí. Používá se jak u pokládky meandrové, tak spirálové (Obr. 4). Šířka okrajové zóny je maximálně 1 m. Pro okrajovou zónu platí zvýšená teplota povrchu podlahy. maximálně 35°C.



**Obr. 4** Způsoby pokládky topného hadu s okrajovou zónou [4]

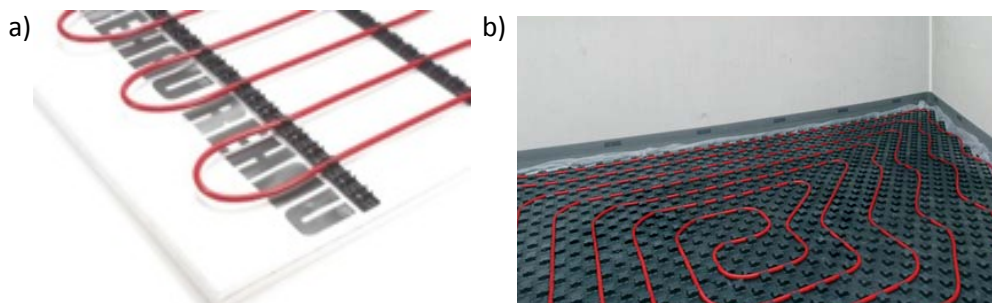
### 4.3. Podle způsobu uchycení vodovodních trubek

Lze dělit takto [1]:

- přivazováním na síť
- plastovými příchýtkami na síť
- do plastových lišt
- vtlačováním trubek do systémové desky
- plastovými příchýtkami do izolační desky
- spojováním lamelových kazet
- kapilární rohože

Upevnění otopného hadu na síť se používá častěji u velkých otopných ploch. Před montáží otopného hadu se napřed položí ocelová kari síť. Rozměry ok kari sítě a tloušťku prutu určí statik. V praxi se často používají rozměry 100/100 s tloušťkou prutu 3 mm. Na síť se připevní plastové úchyty, na které se připne otopný had, případně se had přiváže drátem s plastovou izolací. [1]

Další možností je připevnění pomocí plastových lišt (Obr. 5a). Tyto lišty většinou již mají od výrobce uchycení do izolační vrstvy podlahy pomocí trnů. Jednotlivé lišty se umísťují zhruba 1 metr od sebe. Do lišt je připnut otopný had v roztečích po skocích 5 až 10 mm. Pod lišty se umísťuje ochranná fólie. [1]



**Obr. 5** Uchycení topného a) do plastových lišt, b) do systémové desky [9]

Uchycení pomocí systémových desek (Obr. 5b) je velice rychlé a variabilní. Je to nejběžnější varianta. Tyto desky slouží jako tepelné a zvuková izolace. Běžně se vyrábějí z polystyrénu do tloušťky 40 mm pod otopnou trubkou. V případě požadavku na větší izolaci se tyto desky podkládají další izolací. Na horní straně jsou výstupky, do kterých zapadá instalovaný otopný had. Horní strana s výstupky může být opatřena ochranou fólií, případně jinou povrchovou úpravou aby nedocházelo k znehodnocení izolace vlhkostí. Spojení desek je zajištěno přeplátováním, případně obvodovými drážkami.



Další možná varianta je uchycení plastovými příchýtkami do izolační desky. Provádí se ručně nebo pomocí vtlačovacích nástrojů, kdy sponou perforujeme izolační desky i folii. Doporučená vzdálenost spon je 0,5 m. Jako pomocná část při této pokládce slouží ochranná folie s již vyznačeným rastrem.

Speciálním prvkem jsou kapilární rohože. Je to potrubí o malých dimenzích na rohožích v šířce od 120 do 1200 mm. Použití tohoto systému v podlaze je omezené a používá se spíše pro stěnové a stropní vytápění. U podlahového vytápění se používají v mokřím i suchém systému. Výhodou je nižší konstrukční výška, ale i rovnoměrná teplota podlahy. Nevýhodou jsou velmi nízké měrné tepelné výkony, proto se hodí spíše do nízkoenergetických domů.[1]

## **5. JEDNOTLIVÉ VRSTVY PODLAHOVÉHO VYTÁPĚNÍ**

Před montáží podlahového vytápění musí již být hotovy omítky vnitřních stěn. Již by měli být osazeny dřevěné zárubně dveří a dokončený kotlový okruh. Před pokládkou se osazují rozdělovače a sběrače případně další ovládací prvky soustavy.

### **5.1. Tepelná izolace**

Před položením tepelné izolace musí být nosná konstrukce podlahy rovná a zbavena nečistot. Izolací mohou být systémové desky nebo samostatné desky či role. Často se používají materiály jako je expandovaný polystyrén (EPS) nebo polyuretanová tvrzená pěna (PUR). Tyto izolace musí splňovat hlavní požadavky jako je pevnost, malá stlačitelnost a dostatečné izolační vlastnosti. Tloušťky izolací se pohybují od 20 do 60 mm. Výhodou je použití systémových izolací, kde jednotlivé desky jsou opatřeny po vnějších hranách profilováním a zapadají tak do sebe. Není tedy potřeba dodatečná fólie.

Pro splnění požadavků dle normy ČSN EN 1264-4 [11] bude postačovat tloušťka izolace dle upraveného vzorce:

$$d = (R_n - R_{kce}) \cdot \lambda \quad [m] \quad (3)$$

kde:  $R_n$  tepelný odpor požadovaný dle normy [ $m^2 \cdot K/W$ ]  
 $R_{kce}$  tepelný odpor nosné konstrukce pod izolací [ $m^2 \cdot K/W$ ]  
 $d$  tloušťka izolační vrstvy [m]  
 $\lambda$  součinitel tepelné vodivosti izolace [ $W/m \cdot K$ ]

ČSN EN 1264-4 [11] požaduje nejmenší tepelný odpor konstrukce pod soustavou podlahového vytápění:

- 0,75, je-li spodní místnost vytápěná
- 1,25, je-li spodní místnost vytápěna přerušovaně či nevytápěná nebo jedná-li se o podlahovou konstrukci na zemině a hladina spodní vody je vzdálena více než 5 m
- 2,0 pro oblasti s výpočtovou venkovní teplotou od  $-5$  do  $-15$  °C

Při úvaze nosné konstrukce o tloušťce 150 mm z železobetonu ( $R = 0,086 m^2K/W$ ) a zanedbání dalších vrstev, které nemají větší vliv na tepelný odpor konstrukce, vychází hodnoty tloušťky izolace (uvažují EPS) dle tabulky 2.

**Tab. 2** Minimální tloušťky izolace

umístění podlahy	požadovaný odpor R ( $m^2K/W$ )	min. tloušťka izolace EPS (mm)
spodní místnost vytápěná	0,75	25
konstrukce na zemině	1,25	45
venkovní teplotu od $-5$ do $-15$ °C	2,0	75

Tyto hodnoty požadovaných odporů, ale nevyhovují požadavku na součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540 [8]:

- strop vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C  $U_{N,20} = 2,2 W/m^2 \cdot K$
- strop mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C  $U_{N,20} = 1,05 W/m^2 \cdot K$
- podlaha přilehlá k zemině  $U_{N,20} = 0,45 W/m^2 \cdot K$

Dle těchto hodnot už vychází hodnota tloušťka izolace jiná. Při úvaze složení podlahy při odporu horní vrstvy  $R=0,066 \text{ W/m}^2\text{K}$  (cementový potěr a PVC) vychází tloušťka izolace:

**Tab. 3** Minimální tloušťky izolace dle ČSN 73 0540

umístění podlahy	$U_{N,20}$ ( $\text{W/m}^2\text{K}$ )	min. tloušťka izolace EPS (mm)
spodní místnost vytápěná rozdíl do 5 °C	2,2	12
spodní místnost vytápěná rozdíl do 10 °C	1,05	31
konstrukce na zemině	0,45	84

Při uvažovaném složení podlahy vychází, že rozhodující tloušťka izolace je dle ČSN EN 1264–4 [11], kromě případu podlahy na zemině. Zde se, podle normy ČSN 73 0540 [8], již neuvažuje s nosnou konstrukcí a tudíž požadavek na izolaci bude větší. Při návrhu je tedy nutné vycházet z požadavků více norem.

Další požadavek na podlahové vytápění je, že tepelný tok směrem dolů by neměl překročit 15 % tepelného toku směřujícího nahoru. O splnění této podmínky opět rozhoduje tloušťka izolace.

## 5.2. Hydroizolace

Slouží jako ochrana proti vnikání vlhkosti do izolační vrstvy podlahy. Při zvýšení vlhkosti tepelné izolace klesá její izolační vlastnost a degraduje ji. Při uložení konstrukce na rostlé půdě je vhodné konstrukci opatřit bariérou proti vlhkosti. Jako vhodný materiál se jeví PVC folie, případně reflexní fólie. Fólie se vytahuje 1 cm nad dilatační pásku. [2]

## 5.3. Roznášecí a vyrovnávací vrstva

U podlahového vytápění je nejběžnější použití betonové mazaniny, případně anhydritové směsi. Betonová mazanina je obohacena plastifikátory pro lepší vyplnění mezer mezi otopným hadem. Plastifikátory ale snižují vodivost tepla. Minimální tloušťka betonové mazaniny pro podlahové vytápění je 65 až 70 mm. Při použití na větší zátěž podlahy se vkládá kari síť. Výsledná kvalita vrstvy betonové mazaniny je hlavně závislá na kvalitě provedené práce. [1]

U anhydritové směsi je tloušťka vrstvy pro podlahové vytápění minimálně 45 až 60 mm. Výška nad potrubím je 35 mm. Vychází tedy nižší konstrukční výška podlahy ve srovnání s betonovou mazaninou a tedy i nižší zatížení konstrukce. Při použití této směsi ale nesmí dojít ke kontaktu s kovem, neboť sádra působí korozivně. Dále se tyto směsi nedoporučuje používat ve vlhkých prostorách, protože by došlo k poklesu pevnosti. Další nevýhodou anhydritové směsi je, že pokládku musí provádět proškolená firma za použití speciálního čerpadla. [1]

#### **5.4. Podlahové krytiny**

Při volbě podlahové krytiny je nutné dodržet tepelný odpor krytiny  $R$  do  $0,15 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ . Tento předpoklad nám splňuje většina běžných krytin. Jako vhodný materiál se jeví keramický obklad do tloušťky 6 mm. Naopak méně vhodné krytiny jsou koberce s dlouhým vlasem a krytiny z měkkého dřeva. Volba krytiny má zásadní vliv na návrh roztečí a teploty otopné vody v otopném hadu. [3] Proto by se měla dodržovat volba krytiny v návrhu podlahového vytápění.

U krytin je vhodné volit druhy, kde výrobce schvaluje jejich použití s podlahovým vytápěním. V případě koberců je to značeno speciálním znakem. Při použití dřevěných podlah obvykle výrobci uvádějí maximální teploty povrchu podlahy kolem  $26^\circ\text{C}$ .

#### **5.5. Materiály otopného hadu**

Jako materiál potrubí otopného hadu se běžně používají materiály:

- měď
- plast
- vícevrstvé trubky

Pro potrubí otopného hadu je důležitá vlastnost nepropustnost kyslíku. Zvýšením koncentrace kyslíku v otopném systému vystavujeme systém možné korozi a zvýšené tvorbě usazenin. Další důležitou vlastností materiálu je jeho délková roztažnost, teplotní a tlaková odolnost a možnosti spojování. Z hlediska tepelné roztažnosti se doporučuje, aby délka potrubí mezi dvěma oblouky nepřekročila délku 5 metru. Spojování v podlaze je vhodné omezit a je povinné svařování na tvrdo (nad  $450^\circ\text{C}$ ). [2]

Měď jako materiál pro otopný had má dobré vlastnosti jako je odolnost proti korozi, vysoká pevnost, jednoduchost montáže i spojování. Používá se měkká měď balená ve svitcích. Měď je často potažena PVC povlakem, který chrání potrubí proti mechanickým a chemickým účinkům a zároveň umožňuje částečně potrubí dilatovat. [1]

Plast se s výhodou používá pro podlahové vytápění. Jako materiál se používá [1]:

- polybuten PB
- polypropylen PP
- síťovaný polyetylén PE-X

Jako nejvýhodnější materiál se jeví síťovaný polyetylén. Má dobré mechanické vlastnosti, vysokou tlakovou i teplotní odolnost. Další důležitou vlastností tohoto materiálu oproti polyetylenu je ochrana proti vnikání kyslíku difuzí. Nevýhodou je, že se nedá svařovat ani lepit. Spojuje se mechanicky, svěrným kroužkem. [1]

Další možností je použití vícevrstvého potrubí. Je to materiál složený z více vrstev různých materiálů. Nejčastěji se jedná o kombinaci plastu a hliníku. Snižuje se tak teplotní roztažnost potrubí, která je u plastových potrubí velká. Spojování se provádí polyfúzním svařováním nebo mechanickými spojkami. [1]

## **6. TECHNICKÉ POŽADAVKY**

### **6.1. Dilatační celky**

Dilatační celky předchází poruchám podlahové konstrukce a otopného hadu. Tyto celky ohraničují jednotlivé dilatační spáry v celém průřezu podlahy, tedy od tepelné izolace až po povrch podlahy. Ty jsou tvořeny polystyrenovou deskou postavenou na stojato nebo dilatační páskou. Šířka dilatační spáry má být minimálně 8 mm.[1] Dilatační spáry je nutné provádět okolo všech konstrukcí prostupujících podlahou (např. stěny, sloupy rámy dveří, stoupací potrubí atd.) Pokud se jedná o tvrdou krytinu (keramická dlažba, kámen apod.) dilatační spára musí být vedena i přes podlahovou krytinu. V případě měkké krytiny (PVC, koberec atd.) je možné přerýt spáru touto krytinou.[2]

Velikost dilatačních celků je maximálně 40 m<sup>2</sup>. Délka úseku by neměla být delší než 8 m a poměr stran dilatačního celku by neměl překročit poměr 1:2. V návrhu se zohledňuje půdorysné řešení místnosti. [1]

### **6.2. Ochrana potrubí**

Otopný had podlahového vytápění by měl procházet dilatační a okrajovou spárou co nejméně. Při průchodu je nutné vést potrubí v chráničce s přesahem alespoň 0,5 m. Jako chránička potrubí se nejčastěji používá vroubkovaná PE hadice (husí krk). Dále se otopný had vede v chráničce při výstupu z rozdělovače do roznášecí vrstvy. [2]

### **6.3. Zkoušky podlahového vytápění**

Pro podlahové vytápění se provádí zkouška těsnosti. Proveďte se před zalitím otopného hadu potěrem. Soustava se naplní vodou o dvojnásobném provozním tlaku nejméně však 6 barů, řádně se odvzdušní a celé zařízení včetně spojů a armatur se prohlédne, přičemž se nesmějí projevit viditelné netěsnosti. Tento tlak se udržuje i během betonářských prací. Pokládka potěru nesmí začít dříve než bude tato zkouška provedena. O výsledku zkoušky se zhotoví protokol. [5]

Další zkouška týkající se podlahového vytápění je topná zkouška. Proveďte se po zapojení systému ke zdroji tepla. Soustava se nejdříve vyreguluje a pak se pozvolna zvyšuje teplota otopné vody od 20 °C po 5 °C za den až na 50 °C. Tato teplota se udržuje minimálně 2 dny. Pak se teplota snižuje o 10 °C za den. Všechny vytápěné plochy musí být před položením obkladu vyhřáty. [5]

## 7. VÝPOČET TEPELOVODNÍHO PODLAHOVÉHO VYTÁPĚNÍ

Z hlediska návrhu podlahového vytápění je nutné znát skladbu podlahy. Tato skladba by se neměla později měnit, neboť změna má za následek změnu výkonu otopného hadu. mohlo by dojít k překročení povolené povrchové teploty podlahy, případně k poddimenzování otopné plochy a následnému nedotápění místnosti či objektu.

Pro návrh musíme znát tepelnou propustnost podlahy nad trubkami  $\Lambda_a$  :

$$\Lambda_a = \frac{1}{\sum \frac{a}{\lambda_a} + \frac{1}{\alpha_p} + R_{kryt}} \quad [W / m^2 \cdot K] \quad (4)$$

kde:  $a$  tloušťka jednotlivých vrstev podlahy nad trubkami [m]  
 $\lambda_a$  součinitel tepelné vodivosti materiálu [W/m · K]  
 $\alpha_p$  součinitel přestupu tepla podlahy [W/m<sup>2</sup> · K]  
 $R_{krit}$  tepelný odpor krytiny [m<sup>2</sup> · K/W]

Tepelnou propustnost podlahy pod trubkami  $\Lambda_b$  se určí:

$$\Lambda_b = \frac{1}{\sum \frac{b}{\lambda_b} + \frac{1}{\alpha'_p}} \quad [W / m^2 \cdot K] \quad (5)$$

kde:  $b$  tloušťka jednotlivých vrstev podlahy pod trubkami [m]  
 $\lambda_b$  součinitel tepelné vodivosti materiálu [W/m · K]  
 $\alpha'_p$  součinitel přestupu tepla na spodní straně konstrukce  
 (obvykle se volí 8 W/m<sup>2</sup> · K)

Celkový součinitel přestupu tepla  $\alpha_p$  se určí součtem součinitelů přestupu tepla sáláním  $\alpha_{sp}$  a prouděním  $\alpha_{kp}$ .

$$\alpha_p = \alpha_{sp} + \alpha_{kp}$$

**Tab. 4.** Součinitel přestupu tepla sáláním  $\alpha_{sp}$  [4]

$t_p$ [°C]	25	30	35	40	45	50	55	60
$\Delta t = t_p - t_i$ [K]	7	12	17	22	27	32	37	42
$\alpha_{sp}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	5,38	5,51	5,64	5,77	5,93	6,09	6,24	6,40

Pro podlahové vytápění se součinitel přestupu tepla prouděním určí dle vztahu:

$$\alpha_{kp} = 2,0 \cdot \Delta t^{0,33}$$

Z fyzikálního hlediska se podlahové vytápění vníma jako otopná deska s vloženými trubkami. Jedná se tedy o válcový zdroj tepla a proto je vhodné použít Kollmarův součinitel  $m$ :

$$m = \sqrt{\frac{2 \cdot \Lambda_a \cdot \Lambda_b}{\pi^2 \cdot \lambda_d \cdot d}} \quad [m^{-1}] \quad (6)$$

kde:  $\Lambda_a$  tepelná propustnost podlahy nad trubkami  $\Lambda_a$  [ $W/m^2 \cdot K$ ]  
 $\Lambda_b$  tepelná propustnost podlahy pod trubkami  $\Lambda_b$  [ $W/m^2 \cdot K$ ]  
 $\lambda_d$  tepelná vodivost vrstvy, do které je uložen otopný had [ $W/m \cdot K$ ]  
 $d$  vnější rozměr trubek [m]

Důležitým údajem je střední povrchová teplota podlahy  $t_p$ . Tato teplota nesmí překročit hodnoty stanovené v kapitole 3.3.

$$t_p = \frac{\Lambda_a}{\alpha_p} \cdot (t_m - t_i) \cdot \frac{tgh(l \cdot m / 2)}{(l \cdot m / 2)} + t_i \quad [^\circ C] \quad (7)$$

kde:  $\Lambda_a$  tepelná propustnost podlahy nad trubkami  $\Lambda_a$  [ $W/m^2 \cdot K$ ]  
 $\Lambda_b$  tepelná propustnost podlahy pod trubkami  $\Lambda_b$  [ $W/m^2 \cdot K$ ]  
 $t_i$  výpočtová vnitřní teplota interiéru [ $^\circ C$ ]  
 $t_m$  střední teplota otopné vody [ $^\circ C$ ]  
 $l$  rozteč trubek [m]

Při znalosti střední povrchové teploty podlahy  $t_p$  lze vypočítat měrný tepelný tok směrem nahoru.

$$q = \alpha_p \cdot (t_p - t_i) \quad [W / m^2] \quad (8)$$

Při vytápění vzniká i měrný tepelný tok směrem dolů. Pokud je pod konstrukcí prostor se stejnou vnitřní teplota  $t_i$  lze vypočítat měrný tepelný tok dolů dle tohoto vztahu:

$$q' = \Lambda_b \frac{\alpha'_p}{\Lambda_a} \cdot (t_p - t_i) \quad [W / m^2] \quad (9)$$

kde:  $\Lambda_a$  tepelná propustnost podlahy nad trubkami  $\Lambda_a$  [ $W/m^2 \cdot K$ ]  
 $\Lambda_b$  tepelná propustnost podlahy pod trubkami  $\Lambda_b$  [ $W/m^2 \cdot K$ ]  
 $t_i$  výpočtová vnitřní teplota interiéru [ $^\circ C$ ]  
 $t_p$  střední povrchová teplota [ $^\circ C$ ]  
 $\alpha'_p$  součinitel přestupu tepla na spodní straně konstrukce  
 (obvykle se volí  $8 W/m^2 \cdot K$ )



Při rozdílných vnitřních teplotách se vztah upraví na:

$$q' = \Lambda_b \frac{\alpha'_p}{\Lambda_a} \cdot (t_p - t_i) + \Lambda_b (t_i - t'_i) \quad [W / m^2] \quad (10)$$

kde:  $t_i$  výpočtová vnitřní teplota interiéru [°C]  
 $t'_i$  výpočtová vnitřní teplota interiéru pod konstrukcí [°C]

U konstrukce se stykem se zemí lze zjednodušit vztah na:

$$q' = \Lambda_b \cdot (t_p - t_{zem}) \quad [W / m^2] \quad (11)$$

kde:  $t_{zem}$  je uvažovaná teplota země v zimním období [°C]  
 $t_p$  střední povrchová teplota [°C]

Měrný tepelný tok směrem dolů  $q'$  je nežádoucí. Proto by jeho hodnota neměla být vyšší než 15% měrného tepelného výkonu směrem nahoru  $q$ . Snížení tohoto toku lze zajistit zvýšením tepelné izolace pod podlahou. [1]

Tepelný výkon podlahového vytápění se určí dle vztahu:

$$Q_p = S_p \cdot q \quad [W] \quad (12)$$

kde:  $S_p$  otopná podlahová plocha [m<sup>2</sup>]  
 $q$  měrný tepelný tok nahoru [W/m<sup>2</sup>]

Tento výkon musí pokrýt tepelnou ztrátu uvažované místnosti bez ztrát prostupem vytápěnou konstrukcí. V našem případě se jedná o ztrátu prostupem podlahy.

Celkový tepelný příkon podlahy je pak dán součtem obou tepelných toků.

$$Q_{pc} = (q + q') \cdot S_p \quad [W] \quad (13)$$

U podlahového vytápění by se mělo počítat i s rozmístěním nábytku. Nábytek s nízkými nohama snižuje tepelný výkon až o 50%. U nábytku se soklem se otopná plocha odečítá. Naopak u nábytku na vysokých nohách se jeho vliv zanedbává. [1]

## 8. HYDRAULICKÝ VÝPOČET OTOPNÉHO HADU

U podlahového vytápění se setkáváme s dvěma druhy tlakové ztráty v okruhu. Je to ztráta třením  $\Delta p_\lambda$  a místními odpory  $\Delta p_\xi$ . Nesmíme zapomenout také na tlakové ztráty  $\Delta p_v$ , které tvoří odpory ventilů a seřizovacích armatur na rozdělovači a sběrači. Jejich součtem dostáváme celkovou tlakovou ztrátu.

$$\Delta p_z = \Delta p_\lambda + \Delta p_\xi + \Delta p_v \quad [Pa] \quad (14)$$

Postupně se budu věnovat výpočtu všech těchto odporů.

K určení tlakových ztrát je důležité znát hmotnostní průtok. Ten se vypočte dle vztahu:

$$M = \frac{Q_{pc}}{1,163 \cdot \Delta t} \quad [kg / h] \quad (15)$$

kde:  $Q_{pc}$  celkový tepelný příkon podlahy [W]  
 $\Delta t$  uvažovaný teplotní spád otopné vody [K]

Jako doporučení se uvádí, že jeden okruh podlahového vytápění by neměl překročit tlakovou ztrátu 30 kPa. Rychlost vody v potrubí by neměla překročit 0,5 m/s u bytových prostor. U průmyslových prostor je to až 0,7 m/s. Dále by délka jednoho okruhu neměla překračovat hodnoty 100 až 120 m. Větší délky okruhů způsobují vyšší tlakovou ztrátu a nerovnoměrné rozložení teplot v ploše hadu. [1]

### 8.1. Tlaková ztráta třením

Ztráta třením představuje největší podíl v celkové tlakové ztrátě. Je nejvíce ovlivněna délkou otopného hadu, jeho dimenzí a hmotnostním průtokem.

$$\Delta p_\lambda = R \cdot l \quad [Pa] \quad (16)$$

kde:  $l$  délka otopného hadu včetně délky připojovacího potrubí [m]  
 $R$  měrná tlaková ztráta třením [Pa/m]

Měrnou tlakovou ztrátu  $R$  lze najít v tabulkách od výrobce potrubí pro příslušnou dimenzi, teplotu média a hmotnostní průtok. Nebo ji lze vypočítat dle vztahu:

$$R = \frac{\lambda \cdot w^2 \cdot \rho}{d_i \cdot 2} \quad [Pa / m] \quad (17)$$

kde:  $\lambda$  součinitel tření dle materiálů otopného hadu [-]  
 $w$  rychlost proudění vody v potrubí [m/s]  
 $\rho$  hustota otopné vody pro teploty vody v otopném hadu [kg/m<sup>3</sup>]  
 $d_i$  vnitřní rozměr potrubí [m]

Délku otopného hada by bylo obtížné spočítat, proto se pro zjednodušení uvažuje spotřeba trubek na m<sup>2</sup>. Pro častější meandrovou pokládku lze vypočítat dle uvedené tabulky.

Tab. 5 Spotřeba potrubí u meandrové pokládky [4]

Rozteč trubek	(mm)	50	100	150	200	250	300
Spotřeba trubek	(m/m <sup>2</sup> )	20	10	7	5	3,8	3,5

U výpočtu nesmíme zapomenout připočíst délku připojovacího potrubí k rozdělovači a sběrači.

## 8.2. Tlaková ztráta místními odpory

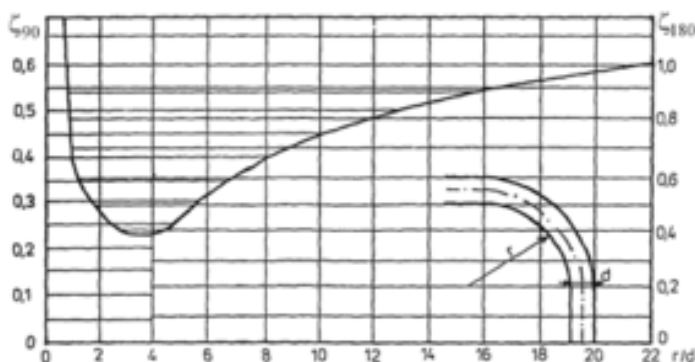
Tlaková ztráta místními odpory je mnohem menší než ztráta třením. U otopného hadu je to ztráta pouze změnou směru. Nelze používat běžné vřazené odpory používané ve vytápění. Pro výpočet se uvažuje jaký styl pokládky byl použit. Jako sumu místních odporů lze vyjádřit vztahem pro meandr: [2]

$$\sum \xi = 2 \cdot (n - 1) \cdot \xi_{90} \quad (18)$$

Pro spirálu je to vztah:

$$\sum \xi = (n - 1) \cdot \xi_{90} \quad (19)$$

kde:  $\xi_{90}$  součinitel místní odporu pro změnu směru 90° [-]  
 $n$  počet řad trubek otopného hadu [-]



Obr. 6 Součinitel místního odporu pro oblouk 90° a 180° [1]

Celková tlaková ztráta místními odpory otopného hadu je pak vypočtena:

$$\Delta p_{\xi} = \frac{\sum \xi \cdot w^2 \cdot \rho}{2} [Pa] \quad (20)$$

kde:  $w$  rychlost proudění vody v potrubí [m/s]  
 $\rho$  hustota otopné vody pro teploty vody v otopném hadu [kg/m<sup>3</sup>]

Tlaková ztráta způsobena regulačními armaturami a ventily  $\Delta p_v$  je u výrobců většinou uváděna jako hodnota  $k_v$ . Tato hodnota je rovna objemovému průtoku vody při tlakovém rozdílu 100 kPa. U seřizovacích armatur volíme hodnotu  $k_v$  pro jednotlivé stupně nastavení ventilu tak, aby došlo k hydraulickému vyrovnání tlakové ztráty jednotlivých okruhu otopného hadu s otopným hadem o největší tlakové ztrátě. Aby bylo možné hydraulicky vyrovnat jednotlivé větve, je vhodné navrhovat podobné délky otopného hadu připojených na jeden rozdělovač a sběrač. [2]

## 9. REGULACE PODLAHOVÉHO VYTÁPĚNÍ

Regulace podlahového vytápění lze provádět dle těchto kritérií: [1]

- regulace podle teploty vnitřní teploty
- regulace podle teploty venkovního vzduchu takzvaná ekvitermní
- regulace ekvitermní se zohledněním vnitřní teploty

Regulace podle vnitřní teploty se provádí nejčastěji TRV (termostatický ventil) s termostatickou hlavicí umístěnou na jednotlivém otopném hadu, kdy otopný had je v místnosti vytažen částečně na stěnu, kde je umístěn TRV. Případně je TRV pro celý rozdělovač. Čidlo teploty je odděleno a umístěno ve vytápěné místnosti. Další možností je použití termostatu v referenční místnosti, který řídí výkon vytápění. Dále je možné použít regulační ventily s pohonem napojeným na čidla teploty v jednotlivých místnostech. [1]

Regulace podle venkovní teploty je také nazývána ekvitermní regulace. Je zajištěna trojcestným či dvoucestným ventilem s pohonem, který je napojen na řídící jednotku. Tato jednotka má připojeny teplotní čidla na venkovní teplotu a teplotu otopné vody a dle nastavené ekvitermní křivky dává povel ventilu na přenastavení. Nevýhodou tohoto zapojení je pomalá reakce na změnu venkovní teploty díky setrvačnosti náběhu podlahového vytápění. [1]

Další možností je regulace ekvitermní se zohledněním vnitřní teploty. Zapojením odpovídá ekvitermní regulaci, ale s rozdílem, že do řídící jednotky je zavedeno další teplotní čidlo z místnosti. Jednotka se sama učí a koriguje otopnou křivku v závislosti na vstupních teplotách. Dává pak povel na přenastavení ventilu na základě průběhu vnitřních a venkovních teplot z minulých dní.

## **B. VÝPOČTOVÁ ČÁST**

## 1. ANALÝZA OBJEKTU

Zadaný objekt leží v obci Pasohlávky nadmořské výšce 216,39 m n.m. Jedná se o jednopodlažní objekt situovaný ve svahu. Severní strana objektu je přilehlá k zemině. Stropní konstrukce s funkcí ploché střechy je zasypána zeminou.

Obvodová konstrukce je řešena železobetonovou stěnou obloženou kontaktním zateplovacím systémem. U některých obvodových stěn je doplněno obložení gabionem. Stropní konstrukce se skládá ze železobetonové desky, která je v největší místnosti podepírána sloupy. Vnitřní část objektu je dělena příčkami z keramickým tvárnic. Okna jsou uvažována hliníková tříkomorová s trojsklem. Vzhledem k velikosti oken uvažují okna jako pevná, bez možnosti otevření. Jihozápadní strana objektu je v místnosti galerie prosvětlena prosklenou fasádou s hlavním vstupem do objektu. Pro zajištění tepelné pohody je osazena vzduchovou clonou s teplovodním výměníkem na hlavním vstupu. Větrání objektu je zajištěno nuceným větráním se zpětným získáváním tepla. Světlá výška objektu je v části galerie 3,8 m a v druhé části objektu je světla výška 2,8 m. Strojovna má světlu výšku 3,3 m.

Pro vytápění objektu byl zadán požadavek, aby byl použit obnovitelný zdroj tepla. Jako nejvýhodnější varianta se jeví tepelné čerpadlo země/voda. Pro nedostatek prostoru je uvažováno zapojení tepelného čerpadla se zemními vrty.

Ve výstavním prostoru galerie je navrženo podlahové vytápění. Z důvodů teplotní roztažnosti podlahy je pro každý dilatační úsek navrhnut samostatný otopný had. V ostatních částech budovy je navrženo vytápění deskovými otopnými tělesy. V místnostech kanceláří jsou navíc před okny navrženy otopné kolektory.

## 2. VÝPOČET TEPELNÉHO VÝKONU

### 2.1. Výpočet a posouzení součinitele prostupu tepla konstrukcí

Postup posouzení součinitele prostupu tepla byl proveden dle normy ČSN 73 0540. Pro výpočet je nutné znát tepelný odpor jednotlivých vrstev konstrukce. Ten je spočten dle vztahu:

$$R_j = d_j / \lambda_j \quad [m^2 \cdot K / W]$$

kde:  $d_j$       tloušťka j-té vrstvy [m]  
          $\lambda_j$       součinitel tepelné vodivosti j-té vrstvy [W/m · K]

Součinitel tepelné vodivosti pro jednotlivé materiály je určen dle normy ČSN 73 0540.

Celkový tepelný odpor konstrukce  $R_T$  je roven sumě všech jednotlivých odporů konstrukce a odporu při přestupu tepla na vnitřní straně a vnější straně. Dle vztahu:

$$R_T = R_{si} + \sum_1^n R_j + R_{se} \quad [(m^2 \cdot K) / W]$$

kde  $R_T$       tepelný odpor při prostupu tepla  
          $R_{si}$       odpor při přestupu tepla na vnitřní straně [ $m^2 \cdot K/W$ ]  
          $R_{se}$       odpor při přestupu tepla na vnější straně [ $m^2 \cdot K/W$ ]

Odpor při přestupu tepla  $R_{se}$  a  $R_{si}$  lze najít v normě ČSN 73 0540–3. Je určen dle umístění konstrukce a směru tepelného toku.

Celkový součinitel prostupu je pak určen jako obrácená hodnota  $R_T$ . Dle vztahu:

$$U = \frac{1}{R_T} \quad [W / m^2 \cdot K]$$

Jednotlivé konstrukce musejí podle normy ČSN 73 0540–2 splňovat požadované hodnoty  $U_{nrq}$ . Dále norma uvádí i doporučené hodnoty  $U_{rc}$ .

Pro výpočet průměrného součinitele tepla pro otvory byl použit vztah:

$$U = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f \cdot l_g \cdot \Psi_g}{A_g + A_f} \quad [W / m^2 \cdot K]$$

kde	$A_g$	celková plocha zasklení [m <sup>2</sup> ]
	$A_f$	celková plocha rámu [m <sup>2</sup> ]
	$U_g$	součinitel prostupu tepla zasklení [W/m <sup>2</sup> · K]
	$U_f$	součinitel prostupu tepla rámu [W/m <sup>2</sup> · K]
	$l_g$	viditelný obvod zasklení [m]
	$\Psi_g$	lineární činitel prostupu tepla způsobený kombinovanými tepelnými vlivy zasklení, distančního rámečku a rámu [–]

Jsou navržena hliníková tříkomorová okna s trojsklem a distančním rámečkem z hliníku.



# POSOUZENÍ KONSTRUKCÍ

KCE SO1 - Venkovní stěna ochlazovaná

Složení	d	$\lambda$	$R_j$	ČSN 73 0540-3		$R_T$	U	ČSN 73 0540-2		Porovnání
	(m)	(W/m²K)	(m²K/W)	$R_{si}$	$R_{se}$			$U_{nrq}$	$U_{rc}$	
Vnitřní omítka vápenocementová	0,015	0,990	0,015	0,130	0,040	5,529	0,181	0,300	0,250	$U < U_{rc}$
Železobeton	0,300	1,740	0,172							
EPS	0,200	0,039	5,128							
Minerální tenkovrstvá probarvená omítka	0,030	0,700	0,043							
Suma=			5,359							

KCE SO2 temperovaná místnost ve styku se zeminou

Složení	d	$\lambda$	$R_j$	ČSN 73 0540-3		$R_T$	U	ČSN 73 0540-2		Porovnání
	(m)	(W/m²K)	(m²K/W)	$R_{si}$	$R_{se}$			$U_{nrq}$	$U_{rc}$	
Vnitřní omítka vápenocementová	0,015	0,990	0,015	0,130	0,000	1,807	0,553	0,850	0,600	$U < U_{rc}$
Železobeton	0,300	1,740	0,172							
XPS	0,050	0,034	1,471							
Hydroizolace	0,003	0,16	0,019							
Suma=			1,677							

KCE SO21 temperované místnosti

Složení	d	$\lambda$	$R_j$	ČSN 73 0540-3		$R_T$	U	ČSN 73 0540-2		Porovnání
	(m)	(W/m²K)	(m²K/W)	$R_{si}$	$R_{se}$			$U_{nrq}$	$U_{rc}$	
Vnitřní omítka vápenocementová	0,015	0,990	0,015	0,130	0,040	1,847	0,541	0,750	0,500	$U < U_{rc}$
Železobeton	0,300	1,740	0,172							
EPS	0,050	0,034	1,471							
Hydroizolace	0,003	0,16	0,019							
Suma=			1,677							

KCE SO3 - Stěna ve styku se zeminou

Složení	d	$\lambda$	$R_j$	ČSN 73 0540-3		$R_T$	U	ČSN 73 0540-2		Porovnání
	(m)	(W/m²K)	(m²K/W)	$R_{si}$	$R_{se}$			$U_{nrq}$	$U_{rc}$	
Vnitřní omítka vápenocementová	0,015	0,990	0,015	0,130	0,000	6,219	0,161	0,300	0,200	$U < U_{rc}$
Železobeton	0,300	1,740	0,172							
XPS	0,200	0,034	5,882							
Hydroizolace	0,003	0,16	0,019							
Suma=			6,089							

## KCE SN1 stěna u WC

Složení	d	$\lambda$	$R_j$	ČSN 73 0540-3		$R_T$	U	ČSN 73 0540-2		Porovnání
	(m)	(W/m <sup>2</sup> K)	(m <sup>2</sup> K/W)	$R_{si}$	$R_{se}$			$U_{nrq}$	$U_{rc}$	
Vnitřní omítka vápenocementová	0,015	0,990	0,015	0,130	0,130	1,490	0,671	2,70	1,80	U<U <sub>rc</sub>
Keramické tvárnice	0,300	0,250	1,200							
Vnitřní omítka vápenocementová	0,015	0,990	0,015							
Suma=			1,230							

## KCE SN2 příčka silnější pro umyvadla

Složení	d	$\lambda$	$R_j$	ČSN 73 0540-3		$R_T$	U	ČSN 73 0540-2		Porovnání
	(m)	(W/m <sup>2</sup> K)	(m <sup>2</sup> K/W)	$R_{si}$	$R_{se}$			$U_{nrq}$	$U_{rc}$	
Vnitřní omítka vápenocementová	0,015	0,990	0,015	0,130	0,130	0,790	1,265	2,70	1,80	U<U <sub>rc</sub>
Keramické tvárnice	0,140	0,280	0,500							
Vnitřní omítka vápenocementová	0,015	0,990	0,015							
Suma=			0,530							

## KCE SN3 - příčka

Složení	d	$\lambda$	$R_j$	ČSN 73 0540-3		$R_T$	U	ČSN 73 0540-2		Porovnání
	(m)	(W/m <sup>2</sup> K)	(m <sup>2</sup> K/W)	$R_{si}$	$R_{se}$			$U_{nrq}$	$U_{rc}$	
Vnitřní omítka vápenocementová	0,015	0,990	0,015	0,130	0,130	0,629	1,591	2,70	1,80	U<U <sub>rc</sub>
Keramické tvárnice	0,115	0,340	0,338							
Vnitřní omítka vápenocementová	0,015	0,990	0,015							
Suma=			0,369							

## KCE SN4 nosná stěna mezi kotelnou

Složení	d	$\lambda$	$R_j$	ČSN 73 0540-3		$R_T$	U	ČSN 73 0540-2		Porovnání
	(m)	(W/m <sup>2</sup> K)	(m <sup>2</sup> K/W)	$R_{si}$	$R_{se}$			$U_{nrq}$	$U_{rc}$	
Vnitřní omítka vápenocementová	0,015	0,990	0,015	0,130	0,130	0,463	2,161	2,70	1,80	U<U <sub>rc</sub>
Železobeton	0,300	1,740	0,172							
Vnitřní omítka vápenocementová	0,015	0,990	0,015							
Suma=			0,203							

KCE PDL podlaha přilehlá k zemině

Složení	d	$\lambda$	$R_j$	ČSN 73 0540-3		$R_T$	U	ČSN 73 0540-2		Porovnání
	(m)	(W/m²K)	(m²K/W)	$R_{si}$	$R_{se}$			$U_{nrq}$	$U_{rc}$	
Dřevěný masiv palubky	0,020	0,200	0,100	0,170	0,000	2,909	0,344	0,45	0,30	$U < U_{nrq}$
Cementový potěr	0,065	1,160	0,056							
EPS	0,100	0,039	2,564							
Hydroizolace	0,003	0,16	0,019							
Suma=			2,739							

KCE STR stop

Složení	d	$\lambda$	$R_j$	ČSN 73 0540-3		$R_T$	U	ČSN 73 0540-2		Porovnání
	(m)	(W/m²K)	(m²K/W)	$R_{si}$	$R_{se}$			$U_{nrq}$	$U_{rc}$	
Vnitřní omítka vápenocementová	0,015	0,990	0,015	0,100	0,040	5,599	0,179	0,240	0,160	$U < U_{nrq}$
Železobeton	0,200	1,740	0,115							
Cementový potěr	0,100	1,360	0,074							
EPS	0,200	0,039	5,128							
Hydroizolace	0,003	0,16	0,019							
Zemina	0,250	2,300	0,109							
Suma=			5,459							

## POSOUZENÍ OTVORŮ

### Prostup tepla - Okna

	Popis	Rozměr A	Rozměr B	U <sub>f</sub>	U <sub>g</sub>	ψ <sub>g</sub>	A <sub>g</sub>	A <sub>f</sub>	I <sub>g</sub>	U	U <sub>nrq</sub>	U <sub>rc</sub>	Por.
		(m)	(m)	(W/m²K)	(W/m²K)		(m²)	(m²)	[m]	(W/m²K)	(W/m²K)	(W/m²K)	
OZ1	Okno do átria	1,5	2,2	1,6	0,6	0,08	2,55	0,75	6,54	0,99	1,50	1,20	U<U <sub>rc</sub>
OZ2	Okno z galerie	4	2	1,6	0,6	0,08	6,75	1,25	11,14	0,87	1,50	1,20	U<U <sub>rc</sub>
OZ3	Okno z galerie	5	2	1,6	0,6	0,08	8,53	1,47	13,14	0,85	1,50	1,20	U<U <sub>rc</sub>
OZ4	Okno z galerie	1	2	1,6	0,6	0,08	1,40	0,60	5,14	1,11	1,50	1,20	U<U <sub>nrq</sub>
OZ5	Okno z chodby	0,6	2	1,6	0,6	0,08	0,69	0,51	4,34	1,32	1,50	1,20	U<U <sub>rc</sub>
OZ6	Okno z galerie	0,7	2	1,6	0,6	0,08	0,86	0,54	4,54	1,24	1,50	1,20	U<U <sub>nrq</sub>
OZ7	Okno z galerie prosklení	1,4	3,8	1,6	0,6	0,08	4,24	1,08	9,54	0,95	1,50	1,20	U<U <sub>rc</sub>
OZ8	Okno do atria prosklení	1	2,8	1,6	0,6	0,08	2,03	0,77	6,74	1,07	1,50	1,20	U<U <sub>rc</sub>
OZ9	Okno do átria nad dveřmi	0,6	1,9	1,6	0,6	0,08	0,65	0,49	4,14	1,32	1,50	1,20	U<U <sub>nrq</sub>
OZ10	Okno do átria nad dveřmi	1,3	1,9	1,6	0,6	0,08	1,83	0,64	5,54	1,04	1,50	1,20	U<U <sub>rc</sub>
OZ11	Okno z galerie do atria	0,9	2,2	1,6	0,6	0,08	1,36	0,62	5,34	1,13	1,50	1,20	U<U <sub>nrq</sub>
OZ12	Střešní okno	1,2	1,2	1,6	0,6	0,08	0,97	0,47	3,94	1,15	1,40	1,10	U<U <sub>nrq</sub>
OZ13	Světlovod	1,78								1,30	1,40	1,10	U<U <sub>nrq</sub>

### Prostup tepla - Dveře

	Popis	Rozměr A	Rozměr B	U <sub>f</sub>	U <sub>g</sub>	ψ <sub>g</sub>	A <sub>g</sub>	A <sub>f</sub>	I <sub>g</sub>	U	U <sub>nrq</sub>	U <sub>rc</sub>	Por.
		(m)	(m)	(W/m²K)	(W/m²K)		(m²)	(m²)	[m]	(W/m²K)	(W/m²K)	(W/m²K)	
DN	dveře vnitřní									3,50			
OD1	Ochl. dveře	1	2,2	1,8	0,6	0,11	1,33	0,87	4,20	1,28	1,70	1,20	U<U <sub>nrq</sub>
OD2	Ochl. dveře	1,9	2,2	1,8	0,6	0,11	2,47	1,71	5,10	1,23	1,70	1,20	U<U <sub>nrq</sub>
OD3	Ochl. dveře	2,7	2,2	1,8	0,6	0,11	3,81	2,13	5,90	1,14	1,70	1,20	U<U <sub>rc</sub>
OD4	Ochl. dveře	1,9	2,5	1,8	0,6	0,11	2,86	1,89	5,70	1,21	1,70	1,20	U<U <sub>nrq</sub>

## 2.2. Výpočet tepelných ztrát

Výpočet tepelných ztrát budovy byl proveden dle normy ČSN EN 12831. Pro každou místnost byla vypočtena tepelná ztráta. Součtem všech tepelných ztrát místností byla vypočtena přesná tepelná ztráta objektu.

Objekt bude větrán nuceným větráním se zpětným získáváním tepla. Z tohoto důvodu byla navržena těsnost obálky budovy  $n_{50} = 1$ . Dle nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, byla stanovena minimální výměna vzduchu v místnosti.

Celková návrhová tepelná ztráta vytápěného prostoru  $\Phi_i$ , se vypočítá z rovnice:

$$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} \quad [\text{W}]$$

kde:  $\Phi_{T,i}$  návrhová tepelná ztráta prostupem tepla vytápěného prostoru [W]

$\Phi_{V,i}$  návrhová tepelná ztráta větráním vytápěného prostoru [W]

Návrhová tepelná ztráta prostupem tepla  $\Phi_{T,i}$  se pro vytápěný prostor se vypočte:

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}) \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) \quad [\text{W}]$$

kde:  $H_{T,ie}$  součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí pláštěm budovy [W/K]

$H_{T,iue}$  součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí nevytápěným prostorem [W/K]

$H_{T,ig}$  součinitel tepelné ztráty prostupem do zeminy z vytápěného prostoru do zeminy v ustáleném stavu [W/K]

$H_{T,ij}$  součinitel tepelné ztráty z vytápěného prostoru do sousedního prostoru vytápěného na výrazně jinou teplotu [W/K]

$\theta_{int,i}$  výpočtová vnitřní teplota vytápěného prostoru [°C]

$\theta_e$  výpočtová venkovní teplota [°C]

Zjednodušený součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí pláštěm budovy.

$$H_{T,ie} = \Sigma(A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k) \quad [\text{W/K}]$$

kde:  $A_k$  plocha konstrukce [m<sup>2</sup>]

$U_{kc}$  korigovaný součinitel prostupu tepla stavební části [W/m<sup>2</sup> · K]

$e_k$  korekční činitel vystavení povětrnostním vlivům [–]

Korigovaný součinitel prostupu tepla stavební části

$$U_{kc} = U_k + \Delta U_{tb} \text{ [W/m}^2 \cdot \text{K]}$$

kde:  $U_k$  součinitel prostupu tepla konstrukcí [W/m<sup>2</sup> · K]  
 $\Delta U_{tb}$  korekční činitel dle konstrukce [W/m<sup>2</sup> · K]

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem

$$H_{T,iue} = \Sigma(A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u) \text{ [W]}$$

kde:  $b_u$  teplotní redukční činitel zahrnující teplotní rozdíl mezi  
teplotou nevytápěného prostoru a venkovní návrhové teploty [–]

Teplotní redukční činitel  $b_u$  byl stanoven dle přílohy D.4.2 normy ČSN EN 12831.

Tepelné ztráty do přilehlé zeminy

$$H_{t,ig} = f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot \Sigma(A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot G_w \text{ [W/K]}$$

kde:  $f_{g1}$  korekční činitel zohledňující vliv ročních změn venkovní teploty [–]  
(dle přílohy D.4.3 uvažují 1,45)  
 $f_{g2}$  teplotní redukční činitel zohledňující rozdíl mezi roční  
průměrnou venkovní teplotou a výpočtovou venkovní teplotou [–]  
 $U_{equiv,k}$  ekvivalentní součinitel prostupu tepla konstrukce, stanovený  
podle hloubky pod úrovní zeminy [W/m<sup>2</sup> · K]  
 $G_w$  korekční činitel zohledňující vliv spodní vody [–]

Teplotní redukční činitel  $f_{g2}$  se stanoví dle vztahu:

$$f_{g2} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{m,e}}{\theta_{int,i} - \theta_e} \text{ [–]}$$

kde:  $\theta_{int,i}$  výpočtová vnitřní teplota vytápěného prostoru [°C]  
 $\theta_e$  výpočtová venkovní teplota [°C]  
 $\theta_{m,e}$  průměrná venkovní teplota [°C]

Ekvivalentní součinitel prostupu tepla konstrukce  $U_{equiv,k}$  se určí podle součinitele prostupu tepla konstrukce, hloubky konstrukce pod úrovní zeminy a u podlah dle hodnoty B.

Charakteristický parametr  $B$  se stanoví dle vztahu:

$$B = \frac{A_g}{0,5 \cdot P} [-]$$

kde:  $A_g$  plocha uvažované podlahové konstrukce [ $\text{m}^2$ ]  
(pro dobře izolované podlahy se  $B$  vypočte pro celou budovu)  
 $P$  obvod uvažované podlahové konstrukce [ $\text{m}$ ]

Součinitel tepelné ztráty z vytápěného prostoru do sousedního prostoru vytápěného na výrazně jinou teplotu se vypočte dle vztahu:

$$H_{T,ij} = \Sigma(f_{ij} \cdot A_k \cdot U_k) [\text{W/K}]$$

kde:  $U_k$  součinitel prostupu tepla konstrukcí [ $\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$ ]  
 $f_{ij}$  redukční teplotní činitel [-]

Redukční teplotní činitel  $f_{ij}$  koriguje teplotní rozdíl mezi teplotou sousedního prostoru a venkovní výpočtovou teplotou:

$$f_{ij} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_v}{\theta_{int,i} - \theta_e} [-]$$

kde:  $\theta_{int,i}$  výpočtová vnitřní teplota vytápěného prostoru [ $^{\circ}\text{C}$ ]  
 $\theta_e$  výpočtová venkovní teplota [ $^{\circ}\text{C}$ ]  
 $\theta_v$  teplota vytápěného sousedního prostoru [ $^{\circ}\text{C}$ ]

Návrhová tepelná ztráta větráním  $\Phi_{V,i}$  pro vytápěný prostor se vypočte:

$$\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) [\text{W}]$$

kde:  $H_{V,i}$  součinitel návrhové tepelné ztráty větráním [ $\text{W}$ ]

Součinitel návrhové tepelné ztráty větráním se obecně vypočte dle vztahu:

$$H_{V,i} = V_i \cdot \rho \cdot c_p [\text{W/K}]$$

kde:  $V_i$  výměna vzduchu ve vytápěném prostoru [ $\text{m}^3/\text{h}$ ]  
 $\rho$  hustota vzduchu při vnitřní teplotě prostoru [ $\text{kg/m}^3$ ]  
 $c_p$  měrná tepelná kapacita vzduchu [ $\text{kJ/kg} \cdot \text{K}$ ]

Pro nucené větrání se  $V_i$  se stanoví dle vztahu:

$$V_i = V_{inf,i} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech,inf,i} \quad [m^3/h]$$

kde:  $V_{inf,i}$  množství vzduchu infiltrací  $[m^3/h]$   
 $V_{su,i}$  množství přiváděného vzduchu do vytápěné místnosti  $[m^3/h]$   
 $f_{vi}$  teplotní redukční činitel  $[-]$   
 $V_{mech,inf,i}$  rozdíl množství mezi nuceně odváděným a přiváděným vzduchem  $[m^3/h]$

Teplotní redukční činitel se vypočte dle vztahu:

$$f_{vi} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{su,i}}{\theta_{int,i} - \theta_e} \quad [-]$$

kde:  $\theta_{su,i}$  teplota přiváděného vzduchu nuceným větráním  $[^\circ C]$

množství vzduchu infiltrací se určí:

$$V_{inf,i} = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \epsilon_i \quad [m^3/h]$$

kde:  $n_{50}$  intenzita výměny vzduchu při rozdílu tlaků 50 Pa mezi vnitřkem a vnějškem budovy  $[h^{-1}]$   
 $e_i$  stínící součinitel  $[-]$   
 $\epsilon_i$  výškový korekční činitel  $[-]$

Při neznalosti množství vzduchu  $V_{su,i}$  se dle normy uvažuje minimální množství vzduchu  $V_{min,i}$  pro přirozené větrání dle vztahu:

$$V_{min,i} = n_{min} \cdot V \quad [m^3/h]$$

kde:  $V$  objem místnosti  $[m^3]$   
 $n_{min}$  minimální výměna vzduchu  $[h^{-1}]$   
 (podle ČSN EN 12831 příloha D 5.1.)

Navržená minimální výměna vzduchu  $n_{min}$  byla upravena tak, aby zohlednila uvažované množství osob zdržujících se v uvažované místnosti.



# 101 GALERIE

## Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí

č.k	Popis	Ak	U	$\Delta U$	$e_k$	$Ak \cdot U_k \cdot e_k$
STR	Konstrukce stropu	677,68	0,179	0,05	1	154,91
SO1	Stena ochlazovaná	249,56	0,181	0,05	1	57,62
OD4	Ochlazované dveře	4,5	1,21	0,05	1	5,67
OD3	Ochlazované dveře	5,94	1,14	0,05	1	7,07
OZ2	Okno z galerie	8	0,87	0,05	1	7,34
OZ3	Okno z galerie	10	0,85	0,05	1	9,02
OZ4	Okno z galerie	2	1,11	0,05	1	2,31
OZ5	Okno z chodby 2x	2,4	1,32	0,05	1	3,28
OZ6	Okno z galerie šikmé	1,4	1,24	0,05	1	1,81
OZ7	Prosklená stěna z galerie	53,2	0,95	0,05	1	52,97
OZ10	Okno nad vchodem galerie	2,47	1,04	0,05	1	2,69
OZ11	Okno z galerie do atria	1,98	1,13	0,05	1	2,34
OZ12	Okno střešní	2,88	1,15	0,05	1	3,45
OZ13	Svetlovod	5,34	1,30	0,05	1	7,21
Suma=						317,68

## Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

č.k	Popis	Ak	U <sub>k</sub>	f <sub>ij</sub>	$Ak \cdot U_k \cdot f_{ij}$
SN3	Nosník	1,93	1,591	0,091	0,28
OZ8	Okno do atria	3,08	1,07	0,091	0,30
OD2	Dveře k chodbě	3,96	1,23	0,091	0,44
OZ9	Okno do chodby nad dveřmi	1,08	1,32	0,091	0,13
SO1	Stěna ke galerii	10,91	0,181	0,091	0,18
SN2	Příčka k WC 20C	17,31	1,591	-0,061	-1,67
DN	Vnitřní dveře 4x	7,20	3,50	-0,061	-1,53
SN2	Příčka ke skladišti a uklid. místnosti	9,96	1,591	0,091	1,44
DN	Vnitřní dveře 2x	3,60	3,50	0,091	1,15
SN4	Nosná stěna mezi kotelnou a galerii	41,15	2,161	0,091	8,08
DN	Vnitřní dveře	3,40	3,50	0,091	1,08
Suma=					9,88

ztráta ze vstupu z atria

Ztráta Ze Strojovny

zisk/ztráta z chodby

## Tepelné ztráty zeminou

č.k	Popis	Ak	U <sub>equiv,k</sub>	f <sub>g1</sub>	f <sub>g2</sub>	Gw	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot Gw$	H <sub>tig</sub>
PDL	Podlaha	677,68	0,198	1,45	0,42	1,00	0,62	82,54
SO3	Stěna ve stiku se zeminou	93,5	0,12	1,45	0,42	1,00	0,62	6,90
Suma=								89,44

# 101 GALERIE

Celková měrná tepelná ztráta prostupem  $HT_i = HT_{ie} + HT_{iue} + HT_{ij} + HT_{ig}$

int	e	int-e	ht	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ (W)
18	-15	33	417,01	13761,38

## Tepelná ztráta infiltrací

Počet nechráněných otvorů	n <sub>50</sub>	Stínící souč. e	Výškový korekční činitel $\varepsilon$	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ (m <sup>3</sup> /h)
8	1,0	0,05	1,0	255,22

## Tepelná ztráta větráním

Hygienické požadavky								
$V_i$ (m)	$\theta_e$	$\theta_{int,i}$	n (h <sup>-1</sup> )	$V_{min,i}$ (m <sup>3</sup> /h)	$\theta_{su}$	$f_{vi}$	$V_i$	$\Phi_{vi}$ (W)
2552,19504	-15	18	1	2552,20	18	0,000	255,22	2863,56

Celková tepelná ztráta  $\Phi = \Phi_{T,i} + \Phi_{vzt}$

Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ (W)	Návrhová ztráta větráním $\Phi_{vi}$ (W)	Návrhová ztráta (W)
13761,38	2863,56	16624,95

**102 STROJOVNA**
**Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí**

č.k	Popis	Ak	Uk	$\Delta U$	ek	Ak*Ukce*k
STR	Konstrukce stropu	60,2	0,179	0,05	1	13,76
SO1	Stěna ochlazovaná	41,6	0,181	0,05	1	9,61
OZ4	Okno z galerie	2	1,11	0,05	1	2,31
				<b>Suma=</b>		<b>25,69</b>

**Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty**

č.k	Popis	Ak	Uk	fij	Ak*Uk*fij
SN4	Nosná stěna mezi kotelnou a galerií	46,7	2,161	-0,100	-10,09
DN	Vnitřní dveře	3,4	3,50	-0,100	-1,19
			<b>Suma=</b>		<b>-20,50</b>

**Tepelné ztráty zeminou**

č.k	Popis	Ak	Uequiv,k	f <sub>g1</sub>	f <sub>g2</sub>	Gw	f <sub>g1</sub> *f <sub>g2</sub> *Gw	Htig
PDL	Podlaha	60,2	0,164	1,45	0,37	1,00	0,53	5,25
SO3	Stěna ve stiku se zeminou	43,6	0,12	1,45	0,37	1,00	0,53	2,78
							<b>Suma=</b>	<b>8,03</b>

**Celková měrná tepelná ztráta prostupem HT,i = HT,ie + HT,iue+ HT,ij+ HT,ig**

$\theta_{int,i}$	$\theta_e$	int-e	ht	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ (W)
15	-15	30	13,22	396,48

**Tepelná ztráta infiltrací**

Počet nechráněných otvorů	n <sub>50</sub>	Stínící souč. e	Výškový korekční činitel $\epsilon$	Množství vzduchu infiltrací Vinf,i (m <sup>3</sup> /h)
1	1,0	0,03	1,0	11,92

**Tepelná ztráta větráním**

Hygienické požadavky								
V <sub>i</sub> (m)	$\theta_e$	$\theta_{int,i}$	n (h <sup>-1</sup> )	V <sub>min,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)	$\theta_{su}$	f <sub>vi</sub>	V <sub>i</sub>	$\Phi_{vi}$ (W)
198,66	-15	15	0,5	99,33	18	-0,100	1,99	20,26

**Celková tepelná ztráta  $\Phi = \Phi_{T,i} + \Phi_{vzt}$** 

Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ (W)	Návrhová ztráta větráním $\Phi_{vi}$ (W)	Návrhová ztráta (W)
396,48	20,26	416,74

### 103 CHODBA

#### Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí

č.k	Popis	Ak	Uk	$\Delta U$	ek	Ak*Ukce*k
SN1	Nosník	1,926	0,671	0,05	1	1,39
OZ8	Okno do atrie	3,08	1,07	0,05	1	3,45
OD2	Ochlazované dveře	4,18	1,23	0,05	1	5,33
OZ9	Okno do atrie nad dveřmi	1,14	1,32	0,05	1	1,57
STR	Konstrukce stropu	15	0,179	0,05	1	3,43
Suma=						15,16

#### Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

č.k	Popis	Ak	Uk	fij	Ak*Uk*fij
SN3	Nosník	1,926	1,591	-0,10	-0,31
OZ8	Okno do atrie	3,08	1,07	-0,10	-0,33
OD2	Dveře k chodbě	3,96	1,23	-0,10	-0,49
OZ9	Okno do chodby nad dveřmi	1,08	1,32	-0,10	-0,14
SO1	Stěna ke galerii	10,914	0,181	-0,10	-0,20
Suma=					-1,46

#### Tepelné ztráty zeminou

č.k	Popis	Ak	Uequiv,k	f <sub>g1</sub>	f <sub>g2</sub>	Gw	f <sub>g1</sub> *f <sub>g2</sub> *Gw	Htig
PDL	Podlaha	15	0,198	1,45	0,37	1,00	0,53	1,58
Suma=								1,58

#### Celková měrná tepelná ztráta prostupem HT,i = HT,ie + HT,iue+ HT,ij+ HT,ig

$\theta_{int,i}$	$\theta_e$	int-e	ht	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ (W)
15	-15	30	16,74	502,15

#### infiltrace

Počet nechráněných otvorů	n <sub>50</sub>	Stínící souč. e	Výškový korekční činitel $\epsilon$	Množství vzduchu infiltrací Vinf,i (m <sup>3</sup> /h)
3	1,0	0,05	1,0	4,20

#### Tepelná ztráta větráním

Hygienické požadavky								
V <sub>i</sub> (m)	$\theta_e$	$\theta_{int,i}$	n (h <sup>-1</sup> )	V <sub>min,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)	$\theta_{su}$	f <sub>vi</sub>	V <sub>i</sub>	$\Phi_{vi}$ (W)
42	-15	15	1	42,00	18	-0,100	0,000	0,00

#### Celková tepelná ztráta $\Phi = \Phi_{T,i} + \Phi_{vzt}$

Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ (W)	Návrhová ztráta větráním $\Phi_{vi}$ (W)	Návrhová ztráta (W)
502,15	0,00	502,15

# 104 SKLADIŠTĚ

## Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí

č.k	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	e <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>k</sub> *e <sub>k</sub>
SO1	Venkovní stěna do atrie	9,5016	0,181	0,05	1	2,19
STR	Konstrukce stropu	9,6052	0,179	0,05	1	2,20
Suma=						4,39

## Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

č.k	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	f <sub>ij</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>k</sub> *f <sub>ij</sub>
SN3	Příčka k chodbě	7,7016	1,591	-0,100	-1,23
DN	Dveře vnitřní k chodbě	1,8	3,50	-0,100	-0,63
Suma=					-1,86

## Tepelné ztráty zeminou

č.k	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>equiv,k</sub>	f <sub>g1</sub>	f <sub>g2</sub>	G <sub>w</sub>	f <sub>g1</sub> *f <sub>g2</sub> *G <sub>w</sub>	H <sub>tig</sub>
PDL	Podlaha	9,6052	0,198	1,45	0,37	1,00	0,53	1,01
Suma=								1,01

## Celková měrná tepelná ztráta prostupem HT,i = HT,ie + HT,iue+ HT,ij+ HT,ig

θ <sub>int,i</sub>	θ <sub>e</sub>	int-e	ht	Návrhová ztráta prostupem Φ <sub>T,i</sub> (W)
15	-15	30	3,55	106,36

## infiltrace

Počet nechráněných otvorů	n <sub>50</sub>	Stínící souč. e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrace V <sub>inf,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
0	1,0	0	1,0	0,00

## Tepelná ztráta větráním

Hygienické požadavky								
V <sub>i</sub> (m)	θ <sub>e</sub>	θ <sub>int,i</sub>	n (h <sup>-1</sup> )	V <sub>min,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)	θ <sub>su</sub>	f <sub>vi</sub>	V <sub>i</sub>	Φ <sub>vi</sub> (W)
26,89456	-15	15	0,5	13,45	18	-0,100	-1,34	-13,72

## Celková tepelná ztráta Φ= Φ<sub>T,i</sub>+Φ<sub>vzt</sub>

Návrhová ztráta prostupem Φ <sub>T,i</sub> (W)	Návrhová ztráta větráním Φ <sub>vi</sub> (W)	Návrhová ztráta (W)
106,36	-13,72	92,64

# 105 WC MUŽI

## Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí

č.k	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	e <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>k</sub> *e <sub>k</sub>
STR	Konstrukce stropu	7,6	0,179	0,05	1	1,74
SO1	Stěna ochlazovaná	11,556	0,181	0,05	1	2,67
				Suma=		4,41

## Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

č.k	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	f <sub>ij</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>k</sub> *f <sub>ij</sub>
SN3	Příčka k chodbě	4,299	1,591	0,057	0,39
DN	Dveře vnitřní k chodbě	1,8	3,50	0,057	0,36
SN3	Příčka ke skladišti	10,4325	1,591	0,143	2,37
			Suma=		3,12

## Tepelné ztráty zeminou

č.k	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>equiv,k</sub>	f <sub>g1</sub>	f <sub>g2</sub>	G <sub>w</sub>	f <sub>g1</sub> *f <sub>g2</sub> *G <sub>w</sub>	H <sub>tig</sub>
PDL	Podlaha	7,6	0,198	1,45	0,46	1,00	0,66	1,00
						Suma=		1,00

## Celková měrná tepelná ztráta prostupem HT,i = HT,ie + HT,iue+ HT,ij+ HT,ig

θ <sub>int,i</sub>	θ <sub>e</sub>	int-e	ht	Návrhová ztráta prostupem Φ <sub>T,i</sub> (W)
20	-15	35	8,52	298,37

## infiltrace

Počet nechráněných otvorů	n <sub>50</sub>	Stínící souč. e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrace V <sub>inf,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
0	1,0	0	1,0	0,00

## Tepelná ztráta větráním

Hygienické požadavky								
V <sub>i</sub> (m)	θ <sub>e</sub>	θ <sub>int,i</sub>	n (h <sup>-1</sup> )	V <sub>min,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)	θ <sub>su</sub>	f <sub>vi</sub>	V <sub>i</sub>	Φ <sub>vi</sub> (W)
21,28	-15	20	7,3	155,34	18	0,057	8,88	105,63

## Celková tepelná ztráta Φ= Φ<sub>T,i</sub>+Φ<sub>vzt</sub>

Návrhová ztráta prostupem Φ <sub>T,i</sub> (W)	Návrhová ztráta větráním Φ <sub>vi</sub> (W)	Návrhová ztráta (W)
298,37	105,63	404,00

# 106 WC PRO INVALIDY

## Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí

č.k	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	e <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>k</sub> *e <sub>k</sub>
STR	Konstrukce stropu	3,9775	0,179	0,05	1	0,91
Suma=						0,91

## Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

č.k	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	f <sub>ij</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>k</sub> *f <sub>ij</sub>
SN3	Příčka k chodbě	4,1385	1,591	0,057	0,38
DN	Dveře vnitřní k chodbě	1,8	3,50	0,057	0,36
Suma=					0,74

## Tepelné ztráty zeminou

č.k	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>equiv,k</sub>	f <sub>g1</sub>	f <sub>g2</sub>	G <sub>w</sub>	f <sub>g1</sub> *f <sub>g2</sub> *G <sub>w</sub>	H <sub>tig</sub>
PDL	Podlaha	3,9775	0,198	1,45	0,46	1,00	0,66	0,52
Suma=								0,52

## Celková měrná tepelná ztráta prostupem HT,i = HT,ie + HT,iue + HT,ij + HT,ig

θ <sub>int,i</sub>	θ <sub>e</sub>	int-e	ht	Návrhová ztráta prostupem Φ <sub>T,i</sub> (W)
20	-15	35	2,17	75,86

## infiltrace

Počet nechráněných otvorů	n <sub>50</sub>	Stínící souč. e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací V <sub>inf,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
0	1,0	0	1,0	0,00

## Tepelná ztráta větráním

Hygienické požadavky								
V <sub>i</sub> (m)	θ <sub>e</sub>	θ <sub>int,i</sub>	n (h <sup>-1</sup> )	V <sub>min,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)	θ <sub>su</sub>	f <sub>vi</sub>	V <sub>i</sub>	Φ <sub>vi</sub> (W)
11,14	-15	20	7,1	79,07	18	0,057	4,52	53,77

## Celková tepelná ztráta Φ = Φ<sub>T,i</sub> + Φ<sub>vzt</sub>

Návrhová ztráta prostupem Φ <sub>T,i</sub> (W)	Návrhová ztráta větráním Φ <sub>vi</sub> (W)	Návrhová ztráta (W)
75,86	53,77	129,63

# 107 WC PRO INVALIDY

## Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí

č.k	Popis	Ak	Uk	$\Delta U$	ek	Ak*Uk*ek
STR	Konstrukce stropu	3,9775	0,179	0,05	1	0,91
				Suma=		0,91

## Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

č.k	Popis	Ak	Uk	fij	Ak*Uk*fij
SN3	Příčka k chodbě	4,1385	1,591	0,057	0,38
DN	Dveře vnitřní k chodbě	1,8	3,50	0,057	0,36
			Suma=		0,74

## Tepelné ztráty zeminou

č.k	Popis	Ak	Uequiv,k	f <sub>g1</sub>	f <sub>g2</sub>	Gw	f <sub>g1</sub> *f <sub>g2</sub> *Gw	Htig
PDL	Podlaha	3,9775	0,198	1,45	0,46	1,00	0,66	0,52
							Suma=	0,52

## Celková měrná tepelná ztráta prostupem HT,i = HT,ie + HT,iue+ HT,ij+ HT,ig

$\theta_{int,i}$	$\theta_e$	int-e	ht	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ (W)
20	-15	35	2,17	75,86

## infiltrace

Počet nechráněných otvorů	n50	Stínící souč. e	Výškový korekční činitel $\varepsilon$	Množství vzduchu infiltrace Vinf,i (m3/h)
0	1,0	0	1,0	0,00

## Tepelná ztráta větráním

Hygienické požadavky								
V <sub>i</sub> (m)	$\theta_e$	$\theta_{int,i}$	n (h-1)	V <sub>min,i</sub> (m3/h)	$\theta_{su}$	f <sub>vi</sub>	V <sub>i</sub>	$\Phi_{vi}$ (W)
11,14	-15	20	7,1	79,07	18	0,057	4,52	53,77

## Celková tepelná ztráta $\Phi = \Phi_{T,i} + \Phi_{vzt}$

Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ (W)	Návrhová ztráta větráním $\Phi_{vi}$ (W)	Návrhová ztráta (W)
75,86	53,77	129,63



# 108 WC ŽENY

## Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí

č.k	Popis	Ak	Uk	$\Delta U$	ek	Ak*Ukce*k
STR	Konstrukce stropu	9,9	0,179	0,05	1	2,26
SO1	Stena ochlazovaná	16,692	0,181	0,05	1	3,85
				Suma=		6,12

## Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

č.k	Popis	Ak	Uk	fij	Ak*Uk*fij
SN3	Příčka k chodbě	3,6249	1,591	0,057	0,33
DN	Dveře vnitřní k chodbě	1,8	3,50	0,057	0,36
SN3	Příčka k wc	7,30275	1,591	0,143	1,66
			Suma=		2,35

## Tepelné ztráty zeminou

č.k	Popis	Ak	Uequiv,k	f <sub>g1</sub>	f <sub>g2</sub>	Gw	f <sub>g1</sub> *f <sub>g2</sub> *Gw	Htig
PDL	Podlaha	9,9	0,198	1,45	0,46	1,00	0,66	1,30
							Suma=	1,30

## Celková měrná tepelná ztráta prostupem HT,i = HT,ie + HT,iue+ HT,ij+ HT,ig

$\theta_{int,i}$	$\theta_e$	int-e	ht	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ (W)
20	-15	35	9,77	341,79

## infiltrace

Počet nechráněných otvorů	n50	Stínící souč. e	Výškový korekční činitel $\epsilon$	Množství vzduchu infiltrací Vinf,i (m3/h)
0	1,0	0	1,0	0,00

## Tepelná ztráta větráním

Hygienické požadavky								
V <sub>i</sub> (m3)	$\theta_e$	$\theta_{int,i}$	n (h-1)	V <sub>min,i</sub> (m3/h)	$\theta_{su}$	f <sub>vi</sub>	V <sub>i</sub>	$\Phi_{vi}$ (W)
27,72	-15	20	7,6	210,67	18	0,057	12,04	143,26

## Celková tepelná ztráta $\Phi = \Phi_{T,i} + \Phi_{vzt}$

Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ (W)	Návrhová ztráta větráním $\Phi_{vi}$ (W)	Návrhová ztráta (W)
341,79	143,26	485,05

## 109 ÚKLIDOVÁ MÍSTNOST

### Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí

č.k	Popis	Ak	Uk	$\Delta U$	ek	Ak*Uk*ek
STR	Konstrukce stropu	1,275	0,179	0,05	1	0,29
				<b>Suma=</b>		<b>0,29</b>

### Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

č.k	Popis	Ak	Uk	fij	Ak*Uk*fij
SN3	Příčka k chodbě	2,29275	1,591	-0,100	-0,36
DN	Dveře vnitřní k chodbě	1,8	3,50	-0,100	-0,63
SN1	Příčka k wc	7,30275	1,591	-0,167	-1,94
			<b>Suma=</b>		<b>-2,93</b>

### Tepelné ztráty zeminou

č.k	Popis	Ak	U <sub>equiv,k</sub>	f <sub>g1</sub>	f <sub>g2</sub>	Gw	f <sub>g1</sub> *f <sub>g2</sub> *Gw	H <sub>tig</sub>
PDL	Podlaha	1,275	0,198	1,45	0,37	1,00	0,53	0,13
							<b>Suma=</b>	<b>0,13</b>

Celková měrná tepelná ztráta prostupem  $HT_i = HT_{ie} + HT_{iue} + HT_{ij} + HT_{ig}$

$\theta_{int,i}$	$\theta_e$	int-e	ht	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ (W)
15	-15	30	-2,51	-75,17

### infiltrace

Počet nechráněných otvorů	n <sub>50</sub>	Stínící souč. e	Výškový korekční činitel $\epsilon$	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ (m <sup>3</sup> /h)
0	1,0	0	1,0	0,00

### Tepelná ztráta větráním

Hygienické požadavky								
V <sub>i</sub> (m <sup>3</sup> )	$\theta_e$	$\theta_{int,i}$	n (h <sup>-1</sup> )	V <sub>min,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)	$\theta_{su}$	f <sub>vi</sub>	V <sub>i</sub>	$\Phi_{vi}$ (W)
3,57	-15	15	5,1	18,21	18	-0,100	-1,82	-18,57

Celková tepelná ztráta  $\Phi = \Phi_{T,i} + \Phi_{vzt}$

Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ (W)	Návrhová ztráta větráním $\Phi_{vi}$ (W)	Návrhová ztráta (W)
-75,17	-18,57	-93,74

## 110 WC

## Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí

č.k	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	e <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>k</sub> *e <sub>k</sub>
STR	Konstrukce stropu	5,6356	0,179	0,05	1	1,29
Suma=						1,29

## Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

č.k	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	f <sub>ij</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>k</sub> *f <sub>ij</sub>
SN3	Příčka k chodbě	8,5683	1,591	0,143	1,95
DN	Dveře vnitřní k chodbě	1,8	3,50	0,143	0,90
SN1	Příčka k chodbě tl. 150	5,4891	1,265	0,143	0,99
SN1	Nosná zed tl 300	3,21	0,671	0,143	0,31
Suma=					4,15

## Tepelné ztráty zeminou

č.k	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>equiv,k</sub>	f <sub>g1</sub>	f <sub>g2</sub>	G <sub>w</sub>	f <sub>g1</sub> *f <sub>g2</sub> *G <sub>w</sub>	H <sub>tig</sub>
PDL	Podlaha	5,6356	0,198	1,45	0,46	1,00	0,66	0,74
Suma=								0,74

## Celková měrná tepelná ztráta prostupem HT,i = HT,ie + HT,iue+ HT,ij+ HT,ig

θ <sub>int,i</sub>	θ <sub>e</sub>	int-e	ht	Návrhová ztráta prostupem Φ <sub>T,i</sub> (W)
20	-15	35	6,18	216,14

## infiltrace

Počet nechráněných otvorů	n <sub>50</sub>	Stínící souč. e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací V <sub>inf,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
0	1,0	0	1,0	0,00

## Tepelná ztráta větráním

Hygienické požadavky								
V <sub>i</sub> (m <sup>3</sup> )	θ <sub>e</sub>	θ <sub>int,i</sub>	n (h <sup>-1</sup> )	V <sub>min,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)	θ <sub>su</sub>	f <sub>vi</sub>	V <sub>i</sub>	Φ <sub>vi</sub> (W)
15,78	-15	20	5,1	80,48	15	0,143	11,50	136,81

Celková tepelná ztráta Φ= Φ<sub>T,i</sub>+Φ<sub>vzt</sub>

Návrhová ztráta prostupem Φ <sub>T,i</sub> (W)	Návrhová ztráta větráním Φ <sub>vi</sub> (W)	Návrhová ztráta (W)
216,14	136,81	352,94

# 111 SKLADIŠTĚ

## Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí

č.k	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	e <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>k</sub> *e <sub>k</sub>
STR	Konstrukce stropu	10,3	0,179	0,05	1	2,35
Suma=						2,35

## Tepelné ztráty nevytápěným prostorem

č.k	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	b <sub>u</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>k</sub> *e <sub>k</sub>
SO1	Stena k nevyt. prostoru	8,667	0,181	0,05	0,50	1,00
Suma=						1,00

## Tepelné ztráty zeminou

č.k	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>equiv,k</sub>	f <sub>g1</sub>	f <sub>g2</sub>	G <sub>w</sub>	f <sub>g1</sub> *f <sub>g2</sub> *G <sub>w</sub>	H <sub>tig</sub>
SO3	Stěna ve styku se zeminou	13,8	0,12	1,45	0,37	1,00	0,53	0,88
PDL	Podlaha	10,3	0,165	1,45	0,37	1,00	0,53	0,90
Suma=								1,78

## Celková měrná tepelná ztráta prostupem HT,i = HT,ie + HT,iue+ HT,ij+ HT,ig

θ <sub>int,i</sub>	θ <sub>e</sub>	int-e	ht	Návrhová ztráta prostupem Φ <sub>T,i</sub> (W)
15	-15	30	5,13	153,99

## Tepelná ztráta infiltrací

Počet nechráněných otvorů	n <sub>50</sub>	Stínící souč. e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací V <sub>inf,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
0	1,0	0	1,0	0,00

## Tepelná ztráta větráním

Hygienické požadavky								
V <sub>i</sub> (m <sup>3</sup> )	θ <sub>e</sub>	θ <sub>int,i</sub>	n (h <sup>-1</sup> )	V <sub>min,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)	θ <sub>su</sub>	f <sub>vi</sub>	V <sub>i</sub>	Φ <sub>vi</sub> (W)
28,728	-15	15	0,5	14,36	15	0,000	0,00	0,00

## Celková tepelná ztráta Φ= Φ<sub>T,i</sub>+Φ<sub>vzt</sub>

Návrhová ztráta prostupem Φ <sub>T,i</sub> (W)	Návrhová ztráta větráním Φ <sub>vi</sub> (W)	Návrhová ztráta (W)
153,99	0,00	153,99

## 112 SKLADIŠTĚ

### Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí

č.k	Popis	Ak	Uk	$\Delta U$	ek	Ak*Uk*ek
STR	Konstrukce stropu	10,2735	0,179	0,05	1	2,35
				<b>Suma=</b>		<b>2,35</b>

### Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

č.k	Popis	Ak	Uk	fij	Ak*Uk*fij
SN3	Příčka ke kanceláři	8,667	1,591	-0,167	-2,30
				<b>Suma=</b>	<b>-2,30</b>

### Tepelné ztráty zeminou

č.k	Popis	Ak	Uequiv,k	f <sub>g1</sub>	f <sub>g2</sub>	Gw	f <sub>g1</sub> *f <sub>g2</sub> *Gw	Htig
SO3	Stěna ve styku se zeminou	12,53826	0,12	1,45	0,37	1,00	0,53	0,80
PDL	Podlaha	10,2735	0,165	1,45	0,37	1,00	0,53	0,90
							<b>Suma=</b>	<b>1,70</b>

### Celková měrná tepelná ztráta prostupem HT,i = HT,ie + HT,iue + HT,ij + HT,ig

$\theta_{int,i}$	$\theta_e$	int-e	ht	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ (W)
15	-15	30	1,75	52,54

### Tepelná ztráta infiltrací

Počet nechráněných otvorů	n50	Stínící souč. e	Výškový korekční činitel $\epsilon$	Množství vzduchu infiltrací Vinf,i (m3/h)
0	1,0	0	1,0	0,00

### Tepelná ztráta větráním

Hygienické požadavky								
V <sub>i</sub> (m3)	$\theta_e$	$\theta_{int,i}$	n (h-1)	V <sub>min,i</sub> (m3/h)	$\theta_{su}$	f <sub>vi</sub>	V <sub>i</sub>	$\Phi_{vi}$ (W)
28,728	-15	15	0,5	14,36	15	0,000	0,00	0,00

### Celková tepelná ztráta $\Phi = \Phi_{T,i} + \Phi_{vzt}$

Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ (W)	Návrhová ztráta větráním $\Phi_{vi}$ (W)	Návrhová ztráta (W)
52,54	0,00	52,54

### 113 CHODBA

#### Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí

č.k	Popis	Ak	Uk	$\Delta U$	ek	Ak*Ukce*ek
STR	Konstrukce stropu	17,1162	0,179	0,05	1	3,91
SO1	Stena ochlazovaná	12,73441	0,181	0,05	1	2,94
OD1	Ochlazované dveře	2,42	1,28	0,05	1	3,23
				<b>Suma=</b>		<b>10,08</b>

#### Tepelné ztráty nevytápěným prostorem

č.k	Popis	Ak	Uk	$\Delta U$	bu	Ak*Ukce*bu
SO1	Stena k nevyt. prostoru	1,973	0,181	0,05	0,50	0,23
OD1	Dveře	2,2	1,28	0,4	0,50	1,85
				<b>Suma=</b>		<b>2,08</b>

#### Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

č.k	Popis	Ak	Uk	fij	Ak*Uk*fij
SN3	Příčka k chodbě +18C	3,4965	1,591	-0,100	-0,56
DN	Dveře vnitřní k chodbě	1,8	3,50	-0,100	-0,63
				<b>Suma=</b>	<b>-1,19</b>

#### Tepelné ztráty zeminou

č.k	Popis	Ak	Uequiv,k	f <sub>g1</sub>	f <sub>g2</sub>	Gw	f <sub>g1</sub> *f <sub>g2</sub> *Gw	Htig
PDL	Podlaha	17,1162	0,165	1,45	0,37	1,00	0,53	1,50
							<b>Suma=</b>	<b>1,50</b>

#### Celková měrná tepelná ztráta prostupem HT,i = HT,ie + HT,iue + HT,ij + HT,ig

$\theta_{int,i}$	$\theta_e$	int-e	ht	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ (W)
15	-15	30	12,48	374,35

#### Tepelná ztráta infiltrací

Počet nechráněných otvorů	n50	Stínící souč. e	Výškový korekční činitel $\epsilon$	Množství vzduchu infiltrací Vinf,i (m3/h)
1	1,0	0,03	1,0	2,88

#### Tepelná ztráta větráním

Hygienické požadavky								
Vi (m3)	$\theta_e$	$\theta_{int,i}$	n (h-1)	Vmin,i (m3/h)	$\theta_{su}$	fvi	Vi	$\Phi_{vi}$ (W)
47,92536	-15	15	0,5	23,96	18	-0,100	0,48	4,89

#### Celková tepelná ztráta $\Phi = \Phi_{T,i} + \Phi_{vzt}$

Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ (W)	Návrhová ztráta větráním $\Phi_{vi}$ (W)	Návrhová ztráta (W)
374,35	4,89	379,24

# 114 KANCELÁŘ

## Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí

č.k	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	e <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>k</sub> *e <sub>k</sub>
SO1	Venkovní stěna do atrie	9,94125	0,181	0,05	1	2,30
OZ1	Okno do atrie	3,3	0,99	0,05	1	3,42
STR	Konstrukce stropu	18,48	0,179	0,05	1	4,22
Suma=						9,94

## Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

č.k	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	f <sub>ij</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>k</sub> *f <sub>ij</sub>
SN3	Příčka k chodbě	16,73775	1,591	0,143	3,80
DN	Dveře vnitřní k chodbě	1,8	3,50	0,143	0,90
Suma=					4,70

## Tepelné ztráty zeminou

č.k	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>equiv,k</sub>	f <sub>g1</sub>	f <sub>g2</sub>	G <sub>w</sub>	f <sub>g1</sub> *f <sub>g2</sub> *G <sub>w</sub>	H <sub>tig</sub>
PDL	Podlaha	18,48	0,165	1,45	0,46	1,00	0,66	2,02
Suma=								2,02

## Celková měrná tepelná ztráta prostupem HT,i = HT,ie + HT,iue + HT,ij + HT,ig

θ <sub>int,i</sub>	θ <sub>e</sub>	int-e	ht	Návrhová ztráta prostupem Φ <sub>T,i</sub> (W)
20	-15	35	16,67	583,29

## infiltrace

Počet nechráněných otvorů	n <sub>50</sub>	Stínící souč. e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací V <sub>inf,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
1	1,0	0,03	1,0	3,10

## Tepelná ztráta větráním

Hygienické požadavky								
V <sub>i</sub> (m <sup>3</sup> )	θ <sub>e</sub>	θ <sub>int,i</sub>	n (h <sup>-1</sup> )	V <sub>min,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)	θ <sub>su</sub>	f <sub>vi</sub>	V <sub>i</sub>	Φ <sub>vi</sub> (W)
51,744	-15	20	1,5	77,62	18	0,057	7,54	89,72

## Celková tepelná ztráta Φ = Φ<sub>T,i</sub> + Φ<sub>vzt</sub>

Návrhová ztráta prostupem Φ <sub>T,i</sub> (W)	Návrhová ztráta větráním Φ <sub>vi</sub> (W)	Návrhová ztráta (W)
583,29	89,72	673,02

# 115 KANCELÁŘ

## Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí

č.k	Popis	Ak	Uk	$\Delta U$	ek	Ak*Ukce*ek
SO1	Venkovní stěna do atrie	7,614	0,181	0,05	1	1,76
OZ1	Okno do atrie	3,3	0,99	0,05	1	3,42
STR	Konstrukce stropu	24,82	0,179	0,05	1	5,67
				Suma=		10,85

## Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

č.k	Popis	Ak	Uk	fij	Ak*Uk*fij
SN3	Příčka ke skladu	8,667	1,591	0,143	1,97
SN3	Příčka k chodbě	2,052	1,591	0,143	0,47
DN	Dveře vnitřní k chodbě	1,8	3,50	0,143	0,90
			Suma=		3,34

## Tepelné ztráty zeminou

č.k	Popis	Ak	Uequiv,k	f <sub>g1</sub>	f <sub>g2</sub>	Gw	f <sub>g1</sub> *f <sub>g2</sub> *Gw	Htig
SO3	Stěna ve styku se zeminou	11,235	0,12	1,45	0,46	1,00	0,66	0,89
PDL	Podlaha	24,82	0,165	1,45	0,46	1,00	0,66	2,71
							Suma=	3,61

## Celková měrná tepelná ztráta prostupem HT,i = HT,ie + HT,iue+ HT,ij+ HT,ig

$\theta_{int,i}$	$\theta_e$	int-e	ht	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ (W)
20	-15	35	17,80	622,88

## infiltrace

Počet nechráněných otvorů	n50	Stínící souč. e	Výškový korekční činitel $\epsilon$	Množství vzduchu infiltrace Vinf,i (m3/h)
1	1,0	0,03	1,0	4,17

## Tepelná ztráta větráním

Hygienické požadavky								
V <sub>i</sub> (m3)	$\theta_e$	$\theta_{int,i}$	n (h-1)	V <sub>min,i</sub> (m3/h)	$\theta_{su}$	f <sub>vi</sub>	V <sub>i</sub>	$\Phi_{vi}$ (W)
69,496	-15	20	1,1	76,45	18	0,057	8,54	101,60

## Celková tepelná ztráta $\Phi = \Phi_{T,i} + \Phi_{vzt}$

Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ (W)	Návrhová ztráta větráním $\Phi_{vi}$ (W)	Návrhová ztráta (W)
622,88	8,54	631,42



# 116 KANCELÁŘ

## Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí

č.k	Popis	Ak	Uk	$\Delta U$	ek	Ak*Ukce*ek
SO1	Venkovní stěna do atrie	8,49675	0,181	0,05	1	1,96
OZ1	Okno do atrie	3,3	0,99	0,05	1	3,42
STR	Konstrukce stropu	26,9	0,179	0,05	1	6,15
Suma=						11,53

## Tepelné ztráty zeminou

č.k	Popis	Ak	Uequiv,k	f <sub>g1</sub>	f <sub>g2</sub>	Gw	f <sub>g1</sub> *f <sub>g2</sub> *Gw	Htig
SO3	Stěna ve styku se zeminou	39,72054	0,12	1,45	0,46	1,00	0,66	3,16
PDL	Podlaha	26,9	0,165	1,45	0,46	1,00	0,66	2,94
Suma=								6,10

## Celková měrná tepelná ztráta prostupem HT,i = HT,ie + HT,iue+ HT,ij+ HT,ig

$\theta_{int,i}$	$\theta_e$	int-e	ht	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ (W)
20	-15	35	17,63	617,15

## infiltrace

Počet nechráněných otvorů	n50	Stínící souč. e	Výškový korekční činitel $\epsilon$	Množství vzduchu infiltrací Vinf,i (m3/h)
1	1,0	0,03	1,0	4,51

## Tepelná ztráta větráním

Hygienické požadavky								
V <sub>i</sub> (m3)	$\theta_e$	$\theta_{int,i}$	n (h-1)	V <sub>min,i</sub> (m3/h)	$\theta_{su}$	f <sub>vi</sub>	V <sub>i</sub>	$\Phi_{vi}$ (W)
75,117	-15	20	1	75,12	18	0,057	8,799	104,71

## Celková tepelná ztráta $\Phi = \Phi_{T,i} + \Phi_{vzt}$

Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ (W)	Návrhová ztráta větráním $\Phi_{vi}$ (W)	Návrhová ztráta (W)
617,15	104,71	721,86

## CELKOVÁ ZTRÁTA

Označení místností		Tepelné ztráty prostupem	Tepelné ztráty větráním	Objem vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$	Objem Vzduchu $V_{min}$	Celkový tepelný výkon
		(W)	(W)	(m³/h)	(m³)	(W)
101	Galerie	13761,38	2863,56	255,22	2552,20	16624,95
102	Strojovna	396,48	20,26	11,92	99,33	416,74
103	Chodba	502,15	0,00	4,20	42,00	502,15
104	Skladiště	106,36	-13,72	0,00	13,45	92,64
105	WC muži	298,37	105,63	0,00	155,34	404,00
106	WC pro invalidy	75,86	53,77	0,00	79,07	129,63
107	WC pro invalidy	75,86	53,77	0,00	79,07	129,63
108	WC ženy	341,79	143,26	0,00	210,67	485,05
109	Úklidová místnost	-75,17	-18,57	0,00	18,21	-93,74
110	WC	216,14	136,81	0,00	80,48	352,94
111	Skladiště	153,99	0,00	0,00	14,36	153,99
112	Skladiště	52,54	0,00	0,00	14,36	52,54
113	Chodba	374,35	4,89	2,88	23,96	379,24
114	Kancelář	583,29	89,72	3,10	77,62	673,02
115	Kancelář	622,88	8,54	4,17	76,45	631,42
116	Kancelář	617,15	104,71	4,51	75,12	721,86
SUMA		18103,43	3552,64	286,00	3611,69	21656,07

### Směšení vzduchu

Objem vzduchu 15°C	Objem vzduchu 18°C	Objem vzduchu 20°C	Teplota po smíšení
225,67	2552,20	833,82	18,274

### Tepelný výkon pro vzduchotechniku

$\Sigma V_{min}$	Venkovní teplota $t_e$	Teplota přívodní $t_p$	Teplota za ZZT $t_{zzt}$	Účinnost výměníků	Celkový tepelný výkon pro výměník vzduchotechniky
(m³)	(°C)	(°C)	(°C)		(W)
3611,69	-15	18	1,64	50 %	18569,75

### Celková tepelná ztráta budovy $\Phi = \Phi_T + \Phi_{vzt}$

Ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ (W)	Ztráta větráním $\Phi_{vzt}$ (W)	Výkon pro VZD $\Phi_{vi}$ (W)	Výkon pro clonu C1-W 200 (W)
18103,43	3552,64	18569,75	6978
21656,1		25547,8	

### 3. HODNOCENÍ PRŮMĚRNÉHO SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA

(zpracovaný podle vyhlášky č. 78/2013 Sb.)

#### Identifikační údaje

Druh stavby Adresa	Výstavní prostor Pasohlávky, okres Brno-venkov
Provozovatel, popř. budoucí provozovatel	Thermal Pasohlávky a.s.

Objem budovy $V$ - vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy	4445,2 m <sup>3</sup>
Celková plocha $A$ - součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy	2775,36 m <sup>2</sup>
Geometrická charakteristika budovy $A / V$	0,62 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>
Převažující vnitřní teplota v otopném období $\theta_{im}$	18 °C
Vnější návrhová teplota v zimním období $\theta_e$	-15,0 °C

Měrná tepelná ztráta a průměrný součinitel prostupu tepla

Referenční budova (stanovení požadavků)					Hodnocená budova				
Kce	Plocha A	U (požad. hodnota) W/m²K	Redukční čí­nitel b	Měrná ztráta prostupem tepla W/K	Kce	Plocha A	Součinitel prostupu tepla U W/m²K	Redukční čí­nitel b	Měrná ztráta prostupem tepla W/K
SO1	398,58	0,30	1,00	119,58	SO1	398,58	0,18	1,00	72,09
SO1	13,23	0,60	0,49	3,89	SO1	13,23	0,18	0,49	1,17
SO3	225,39	0,30	0,49	33,13	SO3	225,39	0,16	0,49	17,76
OZ1	9,90	1,50	1,00	14,85	OZ1	9,90	0,99	1,00	9,77
OZ2	8,00	1,50	1,00	12,00	OZ2	8,00	0,87	1,00	6,94
OZ3	10,00	1,50	1,00	15,00	OZ3	10,00	0,85	1,00	8,52
OZ4	2,00	1,50	1,00	3,00	OZ4	2,00	1,11	1,00	2,21
OZ5	2,40	1,50	1,00	3,60	OZ5	2,40	1,32	1,00	3,16
OZ6	1,40	1,50	1,00	2,10	OZ6	1,40	1,24	1,00	1,74
OZ7	53,20	1,50	1,00	79,80	OZ7	53,20	0,95	1,00	50,31
OZ8	5,60	1,50	1,00	8,40	OZ8	5,60	1,07	1,00	5,99
OZ9	1,14	1,50	1,00	1,71	OZ9	1,14	1,32	1,00	1,51
OZ10	2,47	1,50	1,00	3,71	OZ10	2,47	1,04	1,00	2,57
OZ11	1,98	1,50	1,00	2,97	OZ11	1,98	1,13	1,00	2,24
OZ12	1,44	1,40	1,00	2,02	OZ12	1,44	1,15	1,00	1,65
OZ13	5,34	1,40	1,00	7,48	OZ13	5,34	1,30	1,00	6,94
OD1	2,20	1,70	1,00	3,74	OD1	2,20	1,28	1,00	2,83
OD1	2,20	1,70	0,56	2,09	OD1	2,20	1,23	0,56	1,51
OD2	4,18	1,70	1,00	7,11	OD2	4,18	1,23	1,00	5,12
OD3	5,94	1,70	1,00	10,10	OD3	5,94	1,14	1,00	6,77
OD4	4,75	1,70	1,00	8,08	OD4	4,75	1,21	1,00	5,75
STR	1003,62	0,24	1,00	240,87	STR	1003,62	0,18	1,00	179,24
PDL	1010,40	0,45	0,66	300,09	PDL	1010,40	0,34	0,66	213,40
Suma	2775,36			885,29	Suma	2775,36			609,18
Tep. vazby				56 W/K	Tep. vazby				139 W/K
Celková měrná ztráta prostupem tepla				941 W/K	Celková měrná ztráta prostupem tepla				748 W/K
Uem,N,20,R = $\frac{\sum (U_{N,20j} \cdot A_j \cdot b_j)}{\sum A_j + \Delta U_{em,R}}$					Průměrný součinitel prostupu tepla				0,269
A/V=0,62					Požadovaná hodnota: 0,542				
Uem,N,20,R = $0,8 \cdot \frac{\sum (U_{N,20j} \cdot A_j \cdot b_j)}{\sum A_j + 0,02}$					Doporučená hodnota: 0,203				
Uem,N,20,R =		0,271			VYHOVUJE NA POŽADOVANOU HODNOTU				
Klasifikační třída obálky budovy					=1*Uem,N Třída C úsporná				

### Stanovení prostupu tepla obálkou budovy

Měrná ztráta prostupem tepla $H_T$	W/K	<b>748</b>
Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} = H_T / A$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	<b>0,269</b>
Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{em, N rc}$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	<b>0,203</b>
Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{em, N rq}$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	<b>0,542</b>

### Klasifikační třídy prostupu tepla obálkou hodnocené budovy

Klasifikační třída	Hodnota pro horní hranici klasifikační třídy		Slovní vyjádření klasifikační třídy
	Energie	U <sub>em</sub>	
A	0,5 x E	0,65 x E	Mimořádně úsporná
B	0,75 x E	0,8 x E	Velmi úsporná
C	E <sub>R</sub>		Úsporná
D	1,5 x E		Méně úsporná
E	2 x E		Nehospodárná
F	2,5 x E		Velmi nehospodárná
G			Mimořádně nehospodárná

Klasifikace: C – Úsporná


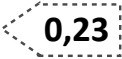







Datum posouzení průměrného součinitele tepla: 23.5.2014

Zpracovatel energetického štítku obálky budovy: Pavel Ženíšek

Podpis:

.....

# Zhodnocení obálky budovy

Grafické zhodnocení						
Výstavní prostor Pasohlávky				Hodnocení obálky budovy		
Celková podlahová plocha $A_c = 996 \text{ m}^2$				stávající	doporučení	
ER	Mimořádně úsporná					
0,65						
0,8						
1,0						
1,5						
2,0						
2,5						
						
	Mimořádně nehospodárná					
klasifikace				C		
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{em}$ ve $W/(m^2 \cdot K)$				0,269	-	
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle vyhlášky č. 78/3013 $U_{em}$ ve $W/(m^2 \cdot K)$				0,542	-	
Klasifikační ukazatele ER a jim odpovídající hodnoty $U_{em}$						
ER	0,65	0,8	1,00	1,50	2,0	2,50
$U_{em}$	0,176	0,217	0,271	0,41	0,542	0,678
Vypracoval				Pavel Ženíšek		

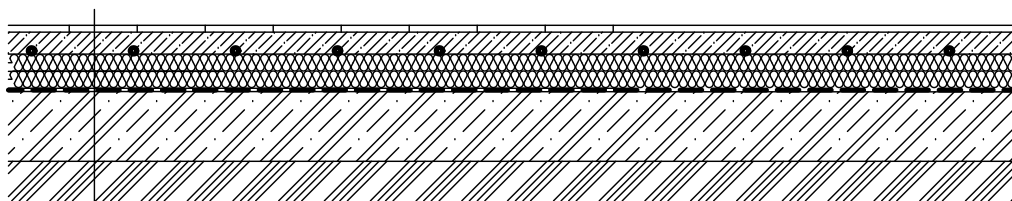
## 4. VÝPOČET PODLAHOVÉHO VYTÁPĚNÍ

Pro návrh podlahového vytápění byly použity tyto vstupní hodnoty:

Teplotní spád:	38/30
Střední teplota $t_m$ :	34 °C
$R_{zem}$ :	1,11 m <sup>2</sup> · K/W (dle ČSN 73 0540)
$t_{zem}$ :	5 °C

Součinitelů přestupu tepla sáláním:	$\alpha_{sp} = 5,38 \text{ W/m}^2\text{K}$
Součinitel přestupu tepla prouděním:	$\alpha_{kp} = 2,0 \cdot \Delta t^{0,33} = 2,0 \cdot 7^{0,33} = 3,8 \text{ W/m}^2\text{K}$
Celkový součinitel přestupu tepla:	$\alpha_p = \alpha_{sp} + \alpha_{kp} = 5,38 + 3,8 = 9,18 \text{ W/m}^2\text{K}$

**Řez podlahou:**



-Dřevěné parkety	tl. 20 mm
-Betonová mazanina	tl. 65 mm
-Otopný had	17x2 až 20x2 PE-Xa RAUTHERM S, systémem Tracker
-Deska Tracker	tl. 50 mm XPS
-XPS	tl. 50 mm
-Hydroizolace	
-Základová deska	tl. 200 mm
-Zemina	

Použité vzorce:

1. Tepelná propustnost vrstvy nad trubkami:

$$\Lambda_a = \frac{1}{\frac{a_1}{\lambda_1} + \frac{1}{\alpha_p} + R_{kryt}} \quad [W / m^2 \cdot K]$$

2. Tepelná propustnost vrstvy pod trubkami

$$\Lambda_b = \frac{1}{\frac{b_1}{\lambda_{b1}} + \frac{b_2}{\lambda_{b2}} + R_{zem.}} = \frac{1}{\frac{0,1}{0,039} + \frac{0,2}{1,740} + 1,11} = 0,26 \quad W / m^2 \cdot K$$

3. Výpočet Kollmarova součinitele

$$m = \sqrt{\frac{2 \cdot (\Lambda_a + \Lambda_b)}{\pi^2 \cdot \lambda_d \cdot d}} \quad [m^{-1}]$$

4. Povrchová teplota podlahy

$$t_p = \frac{\Lambda_a}{\alpha_p} \cdot (t_m - t_i) \cdot \frac{tgh(l \cdot m / 2)}{(l \cdot m / 2)} + t_i \quad [^{\circ}C]$$

5. Hustota tepelného toku směrem nahoru q

$$q = \alpha_p \cdot (t_p - t_i) \quad [W / m^2]$$

6. Hustota tepelného toku směrem dolů q'

$$q' = \Lambda_b \cdot (t_p - t_{zem}) \quad [W / m^2]$$

7. Podlahová plocha

$$S_p = \frac{Q_p}{q} \quad [m^2]$$

8. Celkový tepelný příkon

$$Q_c = (q + q') \cdot S_p \quad [W]$$



Galerie101 výpočet podlahové vytápění

Vzorec č.		Jednotky	Hodnota
-	Podlaha dřevěné parkety R	(m <sup>2</sup> K/W)	0,10
-	Plocha	(m <sup>2</sup> )	677,68
-	Vnitřní teplota t	(°C)	18
-	Tepelná ztráta	(W)	14996,37
-	Rozteč trubek l	(m)	0,30
1	Tepelná propustnost podlahy $\Lambda_a$	(m <sup>2</sup> K/W)	3,90
3	Kolmarův součinitel	(m <sup>-1</sup> )	6,03
4	Povrchová teplota podlahy $t_p$	(°C)	23,4
5	Hustota tepelného toku směrem nahoru q	(W/m <sup>2</sup> )	49,58
6	Hustota tepelného toku směrem dolů q'	(W/m <sup>2</sup> )	4,8
7	Potřebná plocha pro ztráty $S_p$	(m <sup>2</sup> )	302,45
-	+20% zastavěná plocha nábytkem	(m <sup>2</sup> )	362,93
8	Celkový tepelný příkon	[W]	19732,0

Chodba 103 výpočet podlahové vytápění

Vzorec č.		Jednotky	Hodnota
-	Podlaha dřevěné parkety R	(m <sup>2</sup> K/W)	0,10
-	Plocha	(m <sup>2</sup> )	15,00
-	Vnitřní teplota t	(°C)	15
-	Tepelná ztráta	(W)	477,20
-	Rozteč trubek l	(m)	0,30
1	Tepelná propustnost podlahy $\Lambda_a$	(m <sup>2</sup> K/W)	3,90
3	Kolmarův součinitel	(m <sup>-1</sup> )	6,03
4	Povrchová teplota podlahy $t_p$	(°C)	21,4
5	Hustota tepelného toku směrem nahoru q	(W/m <sup>2</sup> )	58,88
6	Hustota tepelného toku směrem dolů q'	(W/m <sup>2</sup> )	4,3
7	Potřebná plocha pro ztráty $S_p$	(m <sup>2</sup> )	8,10
8	Celkový tepelný příkon	[W]	511,8

## 5. NÁVRH OTOPNÝCH TĚLES

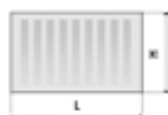
Pro vytápění části budovy, kde jsou kanceláře, chodby a WC jsou navržena otopná tělesa Radik VK a kolektory LK od firmy Korado. Pro přepočet výkonu otopných těles byl použit program na přepočet výkonu dle uvažovaného teplotního spádu (50/40) a návrhové teploty v místnosti od firmy Korado.

**Tepelný spád 50/40**

Označení místností		Otopné těleso	Výkon těles	Součet	Tepelná ztráta	Pokrytí
			(W)	(W)	(W)	(%)
101	Galerie	podlahové vyt.	19732,0	19732,0	16624,95	118,7
102	Strojovna	-	-	-	327,53	-
103	Chodba	podlahové vyt.	511,8	511,8	497,86	102,8
104	Skladiště	-	-	-	76,44	-
105	WC muži	21 VK - 600/800	404	404	404,00	100,0
106	WC pro invalidy	10 VK - 500/600	205	205	126,90	161,5
107	WC pro invalidy	10 VK - 500/600	205	205	126,90	161,5
108	WC ženy	21 VK - 600/1000	505	505	485,05	104,1
109	Úklidová místnost	-	-	-	-94,61	-
110	WC	21 VK - 900/500	337	337	349,08	96,5
111	Skladiště	-	-	-	146,95	-
112	Skladiště	-	-	-	52,39	-
113	Chodba	11 VK - 500/900	372,4	372,4	346,06	107,6
114	Kancelář	LKE -150/240/1600	712,1	712,1	673,02	105,8
115	Kancelář	11 VK - 500/800	245,7	682,0	631,83	107,9
		LKE - 90/240/1400	436,3			
116	Kancelář	11 VK -500/1000	306,9	743,2	717,27	103,6
		LKE - 90/240/1400	436,3			

## 5.1. Technický list deskových těles Radik VK

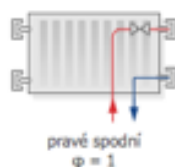
### Technické údaje



[Detail](#)

Výška H	300, 400, 500, 600, 900 mm
Délka L	400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2300, 2600, 3000 mm
Hloubka B	
- Typ 10 VK	47 mm
- Typ 11 VK	63 mm
- Typ 20 VK	66 mm
- Typ 21 VK	66 mm
- Typ 22 VK	100 mm
- Typ 33 VK	155 mm
Připojovací rozteč	50 mm
Připojovací závit	6 × G½ vnitřní
Nejvyšší přípustný provozní tlak	1,0 MPa
Nejvyšší přípustná provozní teplota	110 °C
Připojení otopného tělesa	pravé spodní

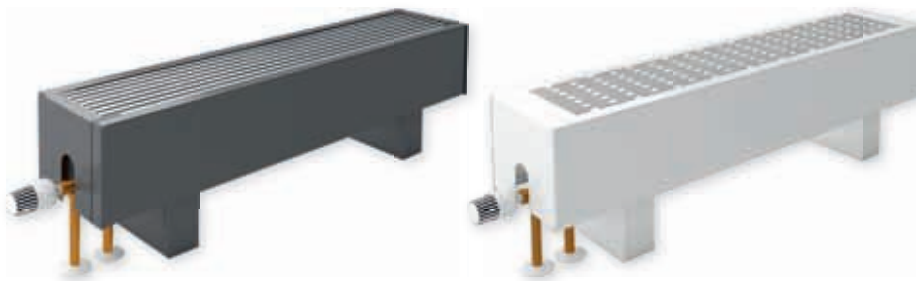
### Způsoby připojení



### Přehled typů

Typ 10 VK	47	
Typ 11 VK	63	
Typ 20 VK	66	
Typ 21 VK	66	

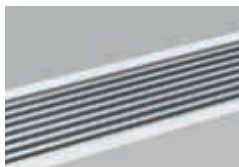
## 5.2. Technický list konvektorů LK



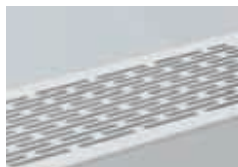
### Otopné lavice s přirozenou konvekcí KORALINE LK

#### Rozdělení otopných lavic

- KORALINE LK Exclusive provedení pozinkovaná ocel – s hliníkovou mřížkou (stříbrný elox) viz obrázek
- KORALINE LK InPool bazénové provedení – chemická nerez AISI 316 do mokrého prostředí lakovaná v odstínu RAL 9010
- KORALINE LK Economic pozinkovaná ocel – provedení s raženou krycí mřížkou viz náčrtek (nevyrábí se pro bazénové provedení)



Varianta KORALINE LK Exclusive a LK InPool



Varianta KORALINE LK Economic

#### Standardní dodávka obsahuje

- opláštění z ocelového pozinkovaného plechu lakované v odstínu RAL 9010 – bílá
- hliníková výdechová mřížka nelakovaná stříbrná v provedení Exclusive a InPool. U varianty Economic je vyražená do pláště lavice.
- Al/Cu výměník tepla pro univerzální připojení (boční nebo spodní) s nízkým obsahem vody, odvzdušňovacím ventilem a s unikátně tvarovanými lamelami pro vyšší tepelný výkon
- stojánek na čistou podlahu viz náčrtek str. 28
- komplet je odolně zabalen a obsahuje návod k montáži

#### KORALINE PLAN

Designová varianta PLAN se zcela rovnou přední deskou se vyrábí od výšky 30 cm (pouze u variant KORALINE LK Exclusive a InPool).

#### Specifikace

výška tělesa lavice (mm)	90, 150, 300, 450, 600
šířka (mm)	180, 240
délka (mm)	800, 1 000, 1 200, 1 400, 1 600, 1 800, 2 000, 2 200, 2 400, 2 600, 2 800, 3 000
výkon (W)	od 473 do 4 733
maximální pracovní tlak (MPa)	1,2
maximální pracovní teplota	110 °C
maximální povrchová teplota	40 °C
připojovací závit	vnitřní G 1/2"
způsob připojení	spodní doporučené, boční

Varianta KORALINE LK Exclusive • ocelový pozinkovaný plech lakovaný v odstínu RAL 9010 s hliníkovou eloxovanou mřížkou bez povrchové úpravy  
 Varianta KORALINE LK InPool • nerez chemická AISI 316 do vlhkého prostředí lakovaná barvou RAL 9010 s hliníkovou eloxovanou mřížkou bez povrchové úpravy  
 Varianta KORALINE LK Economic • ocelový pozinkovaný plech lakovaný v odstínu RAL 9010 s raženou mřížkou, která je součástí oplechování



#### Volitelná specifikace

- sada pro spodní připojení obsahující termostatický ventil a termostatickou hlavici Danfoss včetně prodlužovacího kusu viz str. 29
- stojánek na hrubou podlahu nebo konzole pro zavěšení na zeď viz náčrtek str. 28
- v případě objednávky nad 5 kusů lze zvolit jiný odstín barevného provedení dle stupnice RAL (změna je nutné konzultovat s výrobcem)
- bazénové provedení vhodné do vlhkého prostředí např. bazény
- bazénové provedení KORALINE LK InPool – použití chemické nerez AISI 316 lakováno v odstínu bílá RAL 9010
- pro zvýšení výkonu je možné zvolit variantu s ventilátorem viz str. 72

### 5.3. Technický list vzduchové clony C1-W-200 DOORMASTER

Vzduchová clona je umístěna v prostoru galerie. Je osazena teplovodním výměníkem s uvažovaným spádem 50/35.

**DoorMaster**

vzduchové clony, řada **C1**

#### Technické parametry

DoorMaster C1		N Nízkoteplotní			W Vodní ohřev		
		C1-N-100	C1-N-150	C1-N-200	C1-W-100	C1-W-150	C1-W-200
Šířka dveří (max.)	mm	1.000	1.500	2.000	1.000	1.500	2.000
Celková šířka clony	mm	1.040	1.540	2.040	1.040	1.540	2.040
Výška těla clony	mm	240	240	240	240	240	240
Hloubka těla clony	mm	365	365	365	365	365	365
Hmotnost	kg	23 / 24,5	30,5 / 32	39 / 40,5	25 / 26	33,5 / 34,5	44 / 46
Průtok vzduchu (max.)	m³/h	1.200	1.800	2.400	1.100	1.600	2.200
Jmenovité napětí		230 V / 50 Hz			230 V / 50 Hz		
Příkon ventilátorů	kW	0,13	0,22	0,26	0,13	0,22	0,26
Proud ventilátorů	A	0,6	1	1,2	0,6	1	1,2
Topný výkon (80/60 °C; příkon top. tyčí)	kW	–	–	–	8,3	13	17,5
Proud ohřev	A	–	–	–	–	–	–
Celkový příkon	kW	0,13	0,22	0,26	0,13	0,22	0,26
Celkový proud	A	0,6	1	1,2	0,6	1	1,2
III. stupeň							
Průtok vzduchu	m³/h	1.200	1.800	2.400	1.100	1.600	2.200
Akustický tlak *	dB(A)	55	57	58	53	55	56
Akustický výkon	dB(A)	67	69	70	65	67	68
II. stupeň							
Průtok vzduchu	m³/h	950	1.400	1.850	850	1.250	1.700
Akustický tlak *	dB(A)	53	55	56	51	53	54
Akustický výkon	dB(A)	65	67	68	63	65	66
I. stupeň							
Průtok vzduchu	m³/h	800	1.200	1.600	700	1.050	1.450
Akustický tlak *	dB(A)	53	55	56	50	52	53
Akustický výkon	dB(A)	65	67	68	62	64	65

\* Akustický tlak ve vzdálenosti 3,0 m, směrový činitel 2 a absorpční plocha 200 m²

\*\* Akustický výkon dle ČSN ISO 3743-2

## 6. DIMENZOVÁNÍ A HYDRAULICKÁ REGULACE OTOPNÉ SOUSTAVY

Regulace soustavy je zajištěna termostatickými ventily. Pro desková tělesa typu VK je seřízení provedeno na ventilové vložce. Na konvektorech je osazen termostatický ventil Danfoss. Jednotlivé větve pro otopná tělesa jsou navzájem vyregulována a zapojena do jednoho R + S.

Seřízení podlahového vytápění mezi jednotlivými otopnými hady je zajištěno na R + S regulačním šroubením. Jednotlivé R + S podlahového vytápění jsou vyregulovány vyvažovacím ventilem umístěným před sběračem. R + S bude umístěn ve skříni.

Desková otopná tělesa jsou připojena přes dvojité přímé připojovací šroubení. Konvektory jsou připojeny rohovým šroubením.

Použité značení:

TRV (-)	nastavení kuželky termostatického ventilu
RŠ (-)	počet pootočení regulačního šroubení
VV (-)	nastavení vyvažovacího ventilu

# REGULACE OTOPNÝCH TĚLES ZAPOJENÝCH DO ROZDĚLOVAČE F

## VĚTEV F1

Úsek	Q	M	I	DN	R	w	R*I	Σξ	Z	Pv	ΔPRV		R.I+Z +ΔpRV	ΔPDIS
	(W)	(kg/h)	(m)	Dxt	(Pa/m)	(m/s)	(Pa)	(-)	(Pa)	(Pa)	(Pa)		(Pa)	(Pa)
1	505	43,4	7,1	15x1	17	0,094	121	10,8	46,9	130	2689	TRV (3)	2987	2987
2	710	61,0	5,8	15x1	30	0,131	174	1	8,5		0		182	3169
3	915	78,7	3,2	15x1	45	0,167	144	1	13,8		0		158	3327
4	1319	113,4	7,86	15x1	90	0,250	707	11,2	346,5		0		1054	4381
5	205	17,6	3,4	12x1	14	0,067	48	9,2	20,6	20	2899	TRV (2)	2987	2987
6	205	17,6	3,4	12x1	14	0,067	48	9,2	20,6	20	3081	TRV (2)	3169	3169
7	404	34,7	7,9	12x1	40	0,127	316	6,6	52,7	80	2878	TRV (3)	3327	3327

## VĚTEV F2

Úsek	Q	M	I	DN	R	w	R*I	Σξ	Z	Pv	ΔPRV		R.I+Z +ΔpRV	ΔPDIS
	(W)	(kg/h)	(m)	Dxt	(Pa/m)	(m/s)	(Pa)	(-)	(Pa)	(Pa)	(Pa)		(Pa)	(Pa)
1	436,29	37,51	13,8	12x1	45	0,136	621	5,7	52,2	90	260	TRV (7)	1023	1023
2	872,57	75,03	7,26	15x1	45	0,167	327	1,5	20,7		0		347	1371
3	1584,69	136,26	8,3	18x1	45	0,195	371	1	18,8		0		390	1761
4	1921,69	165,24	38,3	18x1	60	0,231	2298	12,2	322,2		0		2620	4381
5	436,3	37,51	6,74	12x1	45	0,136	303	3,6	33,0	90	597	TRV (5)	1023	1023
6	712,1	61,23	6,8	15x1	30	0,310	204	3,6	171,3	120	875	TRV (7)	1371	1371
7	337	28,98	6,1	12x1	22	0,106	134	9,2	51,2	60	1515	TRV (3)	1761	1761

## VĚTEV F3

Úsek	Q	M	I	DN	R	w	R*I	Σξ	Z	Pv	ΔPRV		R.I+Z +Δp	ΔP
	(W)	(kg/h)	(m)	Dxt	(Pa/m)	(m/s)	(Pa)	(-)	(Pa)	(Pa)	(Pa)		(Pa)	(Pa)
1	306,9	26,4	13,6	12x1	20	0,096	272	8,2	37,4	50	589	TRV (4)	949	949
2	552,6	47,5	18,3	12x1	65	0,169	1190	1,5	21,2		0		1211	2159
3	925	79,5	39,8	15x1	50	0,178	1990	14,8	232,1		0		2222	4381
4	245,7	21,1	7,94	12x1	16	0,077	127	6,1	17,8	30	774	TRV (3)	949	949
5	372,4	32,0	0,5	12x1	24	0,115	12	6,6	43,2	70	2034	TRV (3)	2159	2159

# REGULACE PODLAHOVÉHO VYTÁPĚNÍ MEZI JEDNOTLIVÝMI OTOPNÝMI HADY

Rozdělovač A

Úsek	S	Q	M	I	DN	R	w	R*I	Σξ	Z	ΔPRV	počet	R.I+Z+ΔpRV
	(m2)	(W)	(kg/h)	(m)	Dxt	(Pa/m)	(m/s)	(Pa)	(-)	(Pa)	(Pa)	otáček	(Pa)
A1	20,9	1137,0	122,2	78,5	17x2	101,5	0,17	7970	13,5	193,9	5192,7	RŠ (2)	13356,6
A2	16,34	888,9	95,5	71,9	17x2	56,1	0,2	4033	15	298,2	9025,2	RŠ (1)	13356,6
A3	25,1	1365,4	146,8	87,9	20x2	49,4	0,2	4340	18,5	367,8	8649,0	RŠ (2)	13356,6
A4	22,74	1312,3	141,0	95,8	17x2	122,6	0,2	11739	19,5	387,7	1230	RŠ (5)	13356,6

Rozdělovač B

Úsek	S	Q	M	I	DN	R	w	R*I	Σξ	Z	ΔPRV	počet	R.I+Z+ΔpRV
	(m2)	(W)	(kg/h)	(m)	Dxt	(Pa/m)	(m/s)	(Pa)	(-)	(Pa)	(Pa)	otáček	(Pa)
B1	20,85	1134,2	121,9	92,6	17x2	101	0,26	9350	13,5	453,6	5264,8	RŠ (2)	15068,4
B2	25,2	1370,9	147,3	95,0	17x2	137,6	0,31	13072	15	716,4	1280	RŠ (5)	15068,4
B3	25,2	1370,9	147,3	88,2	17x2	137,6	0,31	12136	15	716,4	2215,7	RŠ (3)	15068,4
B4	25,2	1370,9	147,3	94,6	17x2	137,6	0,31	13014	15	716,4	1337,8	RŠ (5)	15068,4

Rozdělovač C

Úsek	S	Q	M	I	DN	R	w	R*I	Σξ	Z	ΔPRV	počet	R.I+Z+ΔpRV
	(m2)	(W)	(kg/h)	(m)	Dxt	(Pa/m)	(m/s)	(Pa)	(-)	(Pa)	(Pa)	otáček	(Pa)
C1	25,2	1370,9	147,3	88,2	17x2	137,6	0,31	12136	15	716,4	1555,2	RŠ (5)	14407,9
C2	25,2	1370,9	147,3	90,2	17x2	137,6	0,31	12412	15	716,4	1280	RŠ (5)	14407,9
C3	18,5	1006,4	108,2	79,8	17x2	82,2	0,23	6555	13	341,8	7510,7	RŠ (1)	14407,9
C4	21,6	1175,0	126,3	99,8	17x2	108	0,27	10778	12,5	452,9	3176,7	RŠ (2)	14407,9

Rozdělovač D

Úsek	S	Q	M	I	DN	R	w	R*I	Σξ	Z	ΔPRV	počet	R.I+Z+ΔpRV
	(m2)	(W)	(kg/h)	(m)	Dxt	(Pa/m)	(m/s)	(Pa)	(-)	(Pa)	(Pa)	otáček	(Pa)
D1	23,3	1267,5	136,2	93,0	17x2	122	0,29	11340	12,5	522,5	1090	RŠ (5)	12952,4
D2	21,4	1164,2	125,1	74,9	17x2	101	0,26	7565	14	470,4	4917,1	RŠ (2)	12952,4
D3	25,19	1370,3	147,3	95,0	20x2	49,5	0,2	4701	15	298,2	7953,4	RŠ (2)	12952,4

Rozdělovač E

Úsek	S	Q	M	I	DN	R	w	R*I	Σξ	Z	ΔPRV	počet	R.I+Z+ΔpRV
	(m2)	(W)	(kg/h)	(m)	Dxt	(Pa/m)	(m/s)	(Pa)	(-)	(Pa)	(Pa)	otáček	(Pa)
E1	11,57	629,4	67,6	42,5	17x2	21,4	0,14	909	10,5	102,3	5239,8	RŠ (1)	6251,4
E2	24,7	1343,7	144,4	86,5	20x2	49,4	0,2	4271	15,5	308,1	1672,7	RŠ (5)	6251,4
E3	25,2	1370,9	147,3	94,6	20x2	49,4	0,2	4673	15	298,2	1280	RŠ (5)	6251,4



# REGULACE JEDNOTLIVÝCH ÚSEKŮ VEDOUČÍ DO STROJOVNY

## REGULACE PODSTOPNÍHO ROZVODU DO STROJOVNY

Úsek	M	I	DN	R	w	R*I	Σξ	Z	Pv	Kvs mixu	ΔPRV		R.I+Z +ΔpRV	ΔPDIS
	(kg/h)	(m)	Dxt	(Pa/m)	(m/s)	(Pa)	(-)	(Pa)	(Pa)	(m <sup>3</sup> /h)	(Pa)		(Pa)	(Pa)
F	358,2	61,3	22x1	80	0,322	4904	35	1796,3	4381		-	-	11081	11081
G	400	84,4	22x1	100	0,366	8440	19,7	1306,3			1700	TRV(7)	11446	11446
H	1064	20,4	35x1,5	60	0,383	1224	8,3	602,7	7400	kvs 4,0	9000	VV(2,0)	18227	18227
REGULACE PODSTOPNÍHO ROZVODU DO STROJOVNY - ROZVOD OD R+S														
C	529,1	38,2	28x1	55	0,305	2101	9,3	428,2	14407,9		700	VV(4,0)	17637	17637
1A	1093,1	12,8	35x1,5	60	0,383	768	4,5	326,7					1095	18732
2A	1598,6	40	42x1,5	50	0,397	2000	9,7	756,8					2757	21489
3A	2007,3	2,8	42x1,5	75	0,499	210	0,9	110,9					321	21810
4A	2366,7	13,6	42x1,5	90	0,554	1224	11,6	1762,3	5670	kvs 10			8656	30466
B	563,9	11	28x1	65	0,336	715	6,7	374,4	15068,4		1479	VV(2,5)	17637	17637
A	505,5	32	28x1	55	0,305	1760	9,4	432,8	13356,6		3182	VV(2,0)	18732	18732
D	408,6	33,4	22x1	100	0,366	3340	8,8	583,5	12952,4		4613	VV(3,0)	21489	21489
E	359,4	12	22x1	80	0,322	960	9,2	472,2	6251,4		14126	VV(1,5)	21810	21810

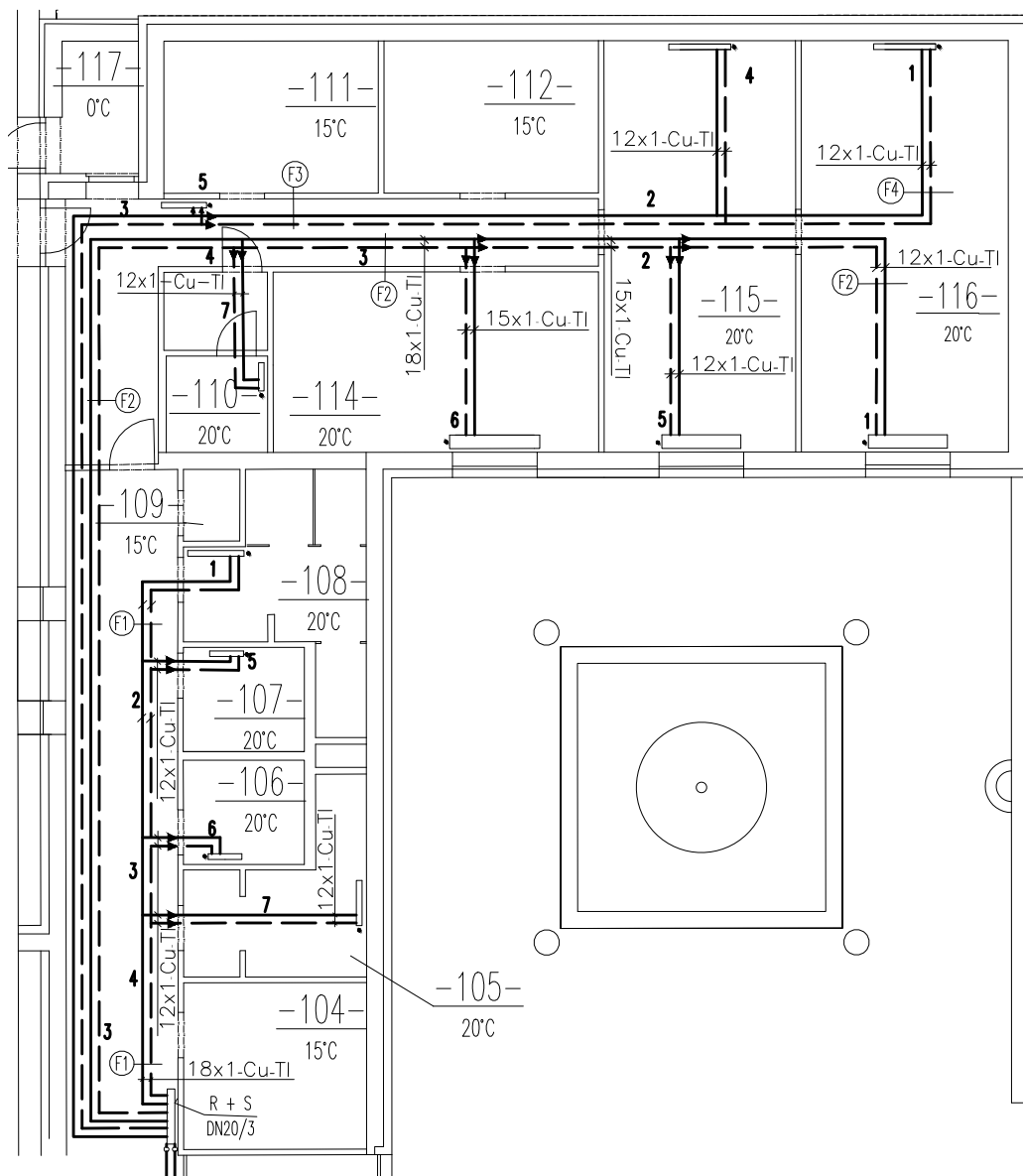
## R + S ve strojovně

Větev	Q	M	DN	ΔPDIS	tlak před čerpadlem	ΔP	čerpadlo
	(W)	(kg/h)	Dxt	(Pa)	(Pa)	(Pa)	
F	4166	358,2	22x1	11081	12	11093	ALPHA2 L 25-40
4A	22020	2366,7	42x1,5	30466	1139	31605	MAGNA1 25-40
G	6978	400	22x1	11446	44	11490	ALPHA2 15-40
H	18570	1064	35x1,5	18227	245	18472	ALPHA2L 25-40
Sum	51733	4189					

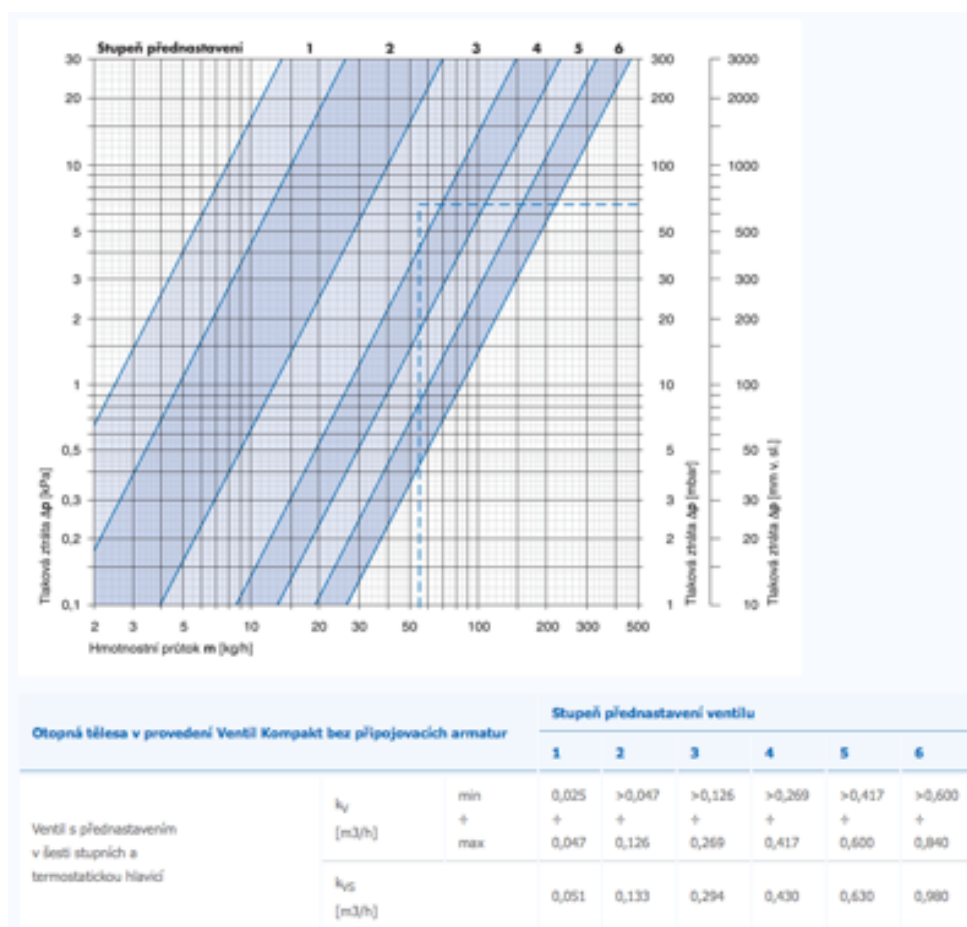
## NÁVRH DIMENZE VE STROJOVNĚ

Úsek	Q	M	I	DN	R	w	R*I	Σξ	Z	Pv	Mix	R.I+Z +ΔpRV
	(W)	(kg/h)	(m)	Dxt	(Pa/m)	(m/s)	(Pa)	(-)	(Pa)	(Pa)	(Pa)	(Pa)
K1	51733	4189	9	54x2	75	0,593	675	15,5	2698,0			3373
K2	55600	4979,9	3	64x2	82	0,48	246	20,8	2372,2	15300	4100	22018
K3	55600	4979,9	4	64x2	82	0,48	328	22	2509,1	15470	4100	22407

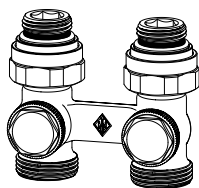
## 6.1. Výpočtové schéma pro desková otopná tělesa a kolektory



## 6.2. Technický list ventilové vložky



## 6.3. Technický list přímého přípojovací šroubení Heimer

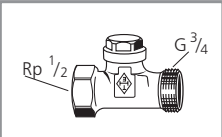
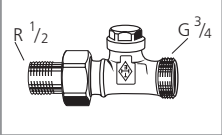
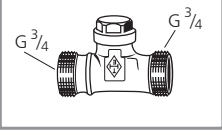


### Přímé

Přípojovací závit otopného tělesa VK	Dvoutrubková soustava Kvs *)
Rp1/2 vnitřní závit	1,23

## 6.4. Technický list regulačního šroubení Heimeier

### Regulační šroubení

Obrázek	Popis	k <sub>v</sub> -hodnota [m <sup>3</sup> /h] při přednastavení (počtu otáček)					k <sub>vs</sub> -hodnota [m <sup>3</sup> /h]	Bronz
		0	1	2	3	4	5	Obj. č.
	Přímé provedení DN 15 (1/2")  vnitřní závit Rp 1/2	0,09	0,30	0,65	1,01	1,14	1,31	0402-02.000
	vnější závit R 1/2 (šroubení)	0,09	0,30	0,65	1,01	1,14	1,31	0404-02.000
	vnější závit G 3/4 (oboustranně)	0,09	0,30	0,65	1,01	1,14	1,31	0408-02.000

## 6.5. Technický list ventilu Danfoss

### Ventil RA-N 15

- termostatický ventil  
Danfoss RA-N 15 1/2"
- ventilové těleso s možností přednastavení průtoku
- průtok možno nastavit bez pomoci nástrojů
- základní nastavení lze volit v 7 stupních
- maximální pracovní přetlak 10 Bar
- maximální pracovní teplota 120 °C
- bezzávitové spojení s termostatickou hlavicí



Stupeň přednastavení	1	2	3	4	5	6	7	N
K <sub>v</sub>	0,16	0,20	0,25	0,36	0,47	0,59	0,74	0,81

Tento typ ventilu je použit u volitelného příslušenství dodávaného pro otopné lavice.



Poznámka: Prvky přípojovací sady jsou baleny jako komplet a nelze je dodat samostatně.

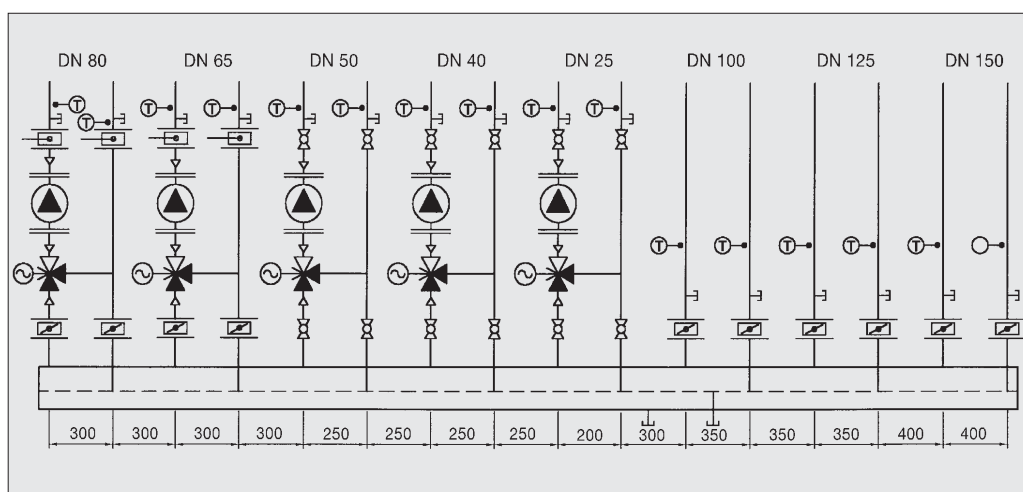
## 6.6. Technický list R+S

Kombinovaný rozdělovač a sběrač ETL modul 80  $Q_{\max} = 4189 \text{ kg/h}$

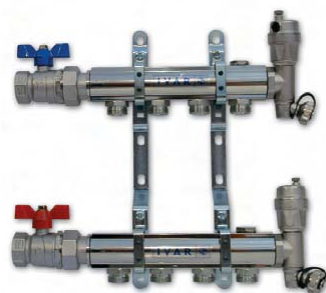
$Q_{\max} = [\text{m}^2/\text{hod}]$	6	10	15	23	42	65	95	130
do výkonu [kW] při $\Delta t=20$	120	250	350	550	1000	1500	2100	3000
MODUL	80	100	120	150	200	250	300	350
Průtok, průřez komor $S_p$ (m <sup>2</sup> )	0,0019	0,0028	0,0040	0,0070	0,0114	0,0176	0,0271	0,0380
Max. délka (m)	1,5	2,0	3,0					

Těla všech RS KOMBI standardně PN 0,6MPa, teplota 110 °C. Maximální rychlost proudění vody v tělese je 1,0 m/s.

Obr.5: Doporučené minimální rozteče jednotlivých hrdel v závislosti na jejich dimenzích



Rozdělovač a sběrač pro otopná tělesa. Bude instalován do skříně.



### SESTAVA ROZDĚLOVAČ / SBĚRAČ

#### IVAR.CS 501 ND

- sestava rozdělovač / sběrač osazená vstupními kulovými uzavěry 1" nebo 5/4", výstupy 3/4" EK, zátkami 1/2", ukončením rozdělovače/sběrače s automatickým odvzdušňovacím ventilem, otočným vypouštěcím ventilem a upevňovacími konzolami;
- určeno pro přímé napojování otopných těles;
- materiál - niklovaná mosaz OT 58;
- maximální provozní tlak PN 10;
- maximální provozní teplota 120 °C

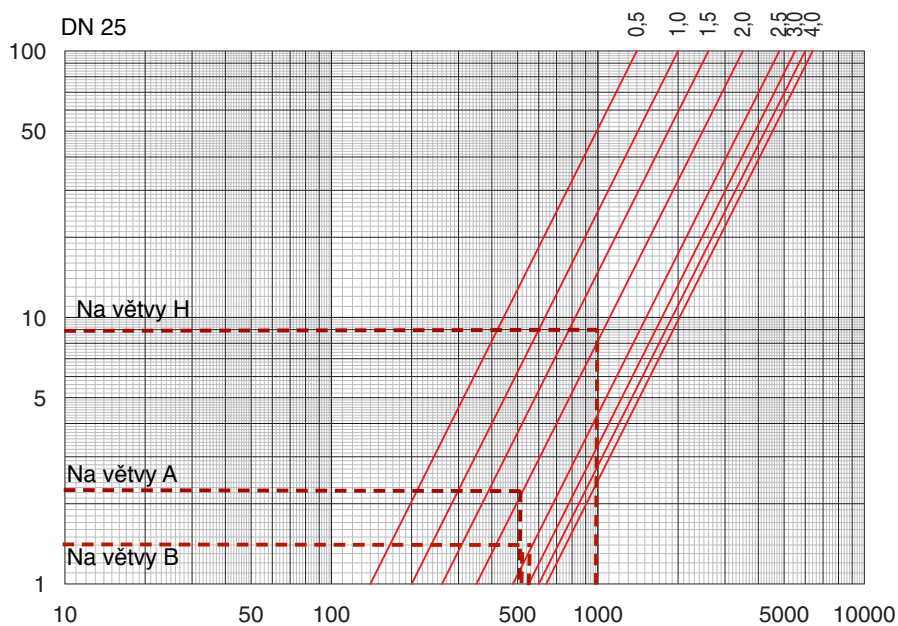
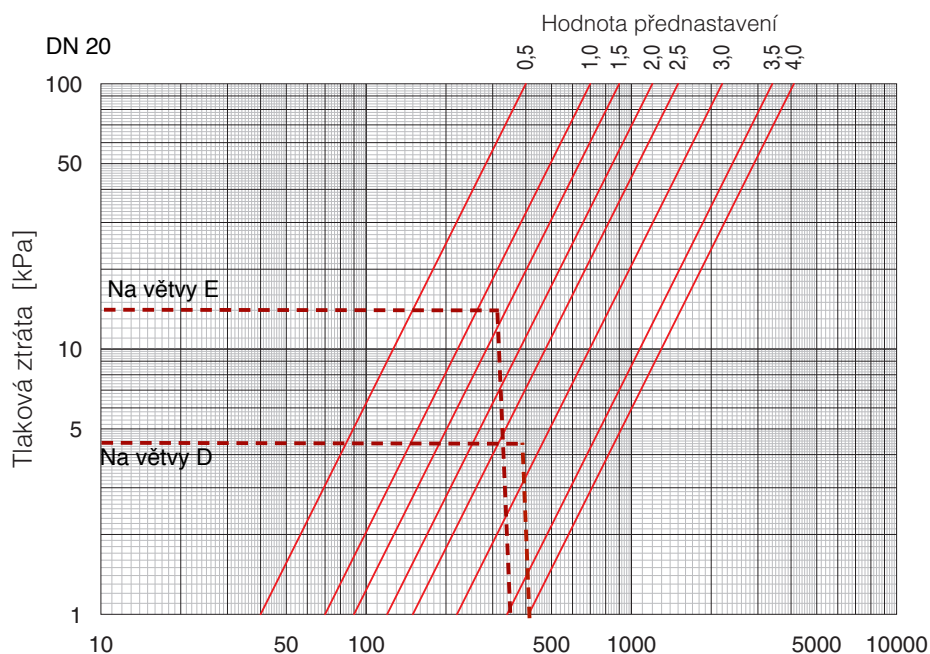
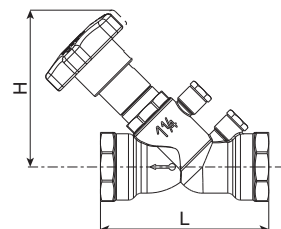
Pro podlahové vytápění bude sběrač osazen regulačním šroubením Heimeier a na rozdělovači bude umístěn ruční regulační ventil.

## 7. NÁVRH VYVAŽOVACÍHO VENTILU HYDRONIC SYSTEM

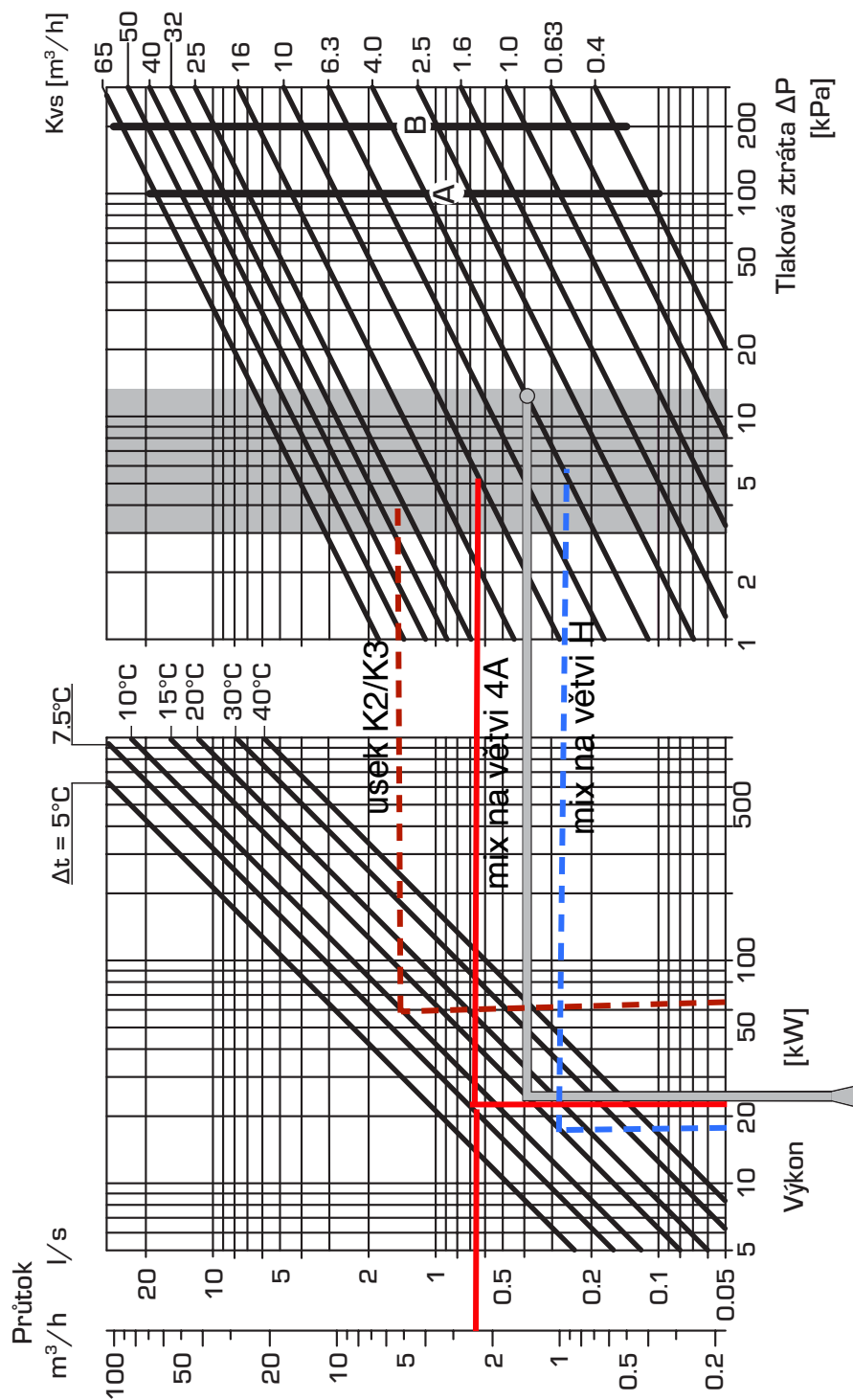
### řada D 9500

Vyvažovací ventily bez možnosti měření průtoku.

obj. č.	DN		rozměry [mm]		Kvs	hmotnost [kg]
			L	H		
9500 015	15	G ½	90	90	2,67	0,505
9500 020	20	G ¾	102	90	4,10	0,565
9500 025	25	G 1	110	90	6,40	0,705
9500 032	32	G 1¼	121	116	12,0	1,005
9500 040	40	G 1½	142	116	19,5	1,355
9500 050	50	G 2	161	116	29,8	1,925



## 8. NÁVRH TROJCESTNÝCH VENTILŮ VRG 130 A 230



## 8.1. Technický list směšovacího ventilu ESBE VRG130

Umístění na R+S na větví 4A a H ve Strojovně

OTOČNÉ SMĚŠOVACÍ VENTILY

### SMĚŠOVACÍ VENTILY ŘADA VRG130

Kompaktní, otočné trojcestné směšovací ventily řady VRG130 se dodávají v provedení DN 15–50 a jsou vyrobeny z mosazi DZR, PN 10. K dispozici jsou čtyři typy přípojek: s vnitřním závitem, vnějším závitem, svěrnými kroužky a otočnou maticí. Patentovaná a registrovaná konstrukce.

#### POPIS

Kompaktní směšovací ventily řady VRG 130 jsou vyrobeny z mosazí typu DZR s ochranou proti vyuhlování zinku s možností použití pro aplikace jak topení a chlazení tak rozvody pitné vody. Pro jednodušší a pohodlnější ovládání jsou ventily opatřeny protiskluzovými knoflíky s měkkým povrchem a nastavitelnými koncovými spínači s akčním rozsahem max 90°. Stupnice pod knoflíkem může být umístěna libovolně po dráze otáčení srdce klapky v závislosti k orientaci ventilu v aplikaci. Spolu se servopohonem ARA600 vytváří ventily řady VRG130 neobyčejně přesný a eko-nomický celek díky unikátnímu mimořádně stabilnímu spojení ventil-servopohon. Ovladače ESBE mají vyspělejší řídicí funkce, proto je lze používat v širší oblasti aplikací.

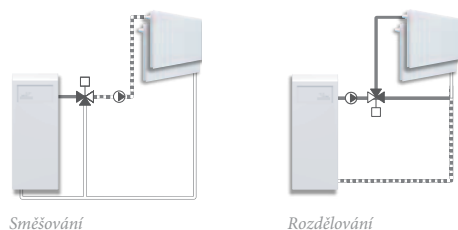
Ventily ESBE VRG130 jsou k dispozici ve velikostech DN 15–50 s vnitřním nebo vnějším závitem, s otočnou maticí v DN20 nebo s svěrnými kroužky pro potrubí s vnějším průměrem 22 a 28 mm.

#### SERVIS A ÚDRŽBA

Útlý a kompaktní design těla umožňuje velmi dobrou přístupnost pro instalaci ventilu.

#### PŘÍKLADY INSTALACÍ

Všechny příklady instalací mohou být zrcadlově obráceny. Stupnice ukazující pozici srdce může být libovolně otáčena v závislosti na poloze. Symboly (■●▲) označující jednotlivé výstupy minimalizují riziko nesprávné instalace.



#### VENTILY VRG 130 JSOU NAVRŽENY PRO

- Topení
- Chlazení
- Pitnou vodu
- Podlahové topení
- Solární systémy
- Ventilaci
- Centrální rozvody
- Pitné vody
- Teplé vody
- Chlazení

#### VHODNÉ KOMPATIBILNÍ SERVOPOHONY

Ventily řady VRG130 jsou kompatibilní k servopohonům:

- Řada ARA600
- Řada 90C
- Řada 90\*
- Řada CRB100
- Řada CRA110

\*Nutný adaptér

#### TECHNICKÁ DATA

Tlaková třída: \_\_\_\_\_ PN 10  
Teploty média: \_\_\_\_\_ max. trvalá +110°C  
\_\_\_\_\_ max. dočasná +130°C  
\_\_\_\_\_ min. -10°C  
Ovládací síla (při nominálním tlaku) DN15-32: \_\_\_\_\_ < 3 Nm  
DN40-50: \_\_\_\_\_ < 5 Nm  
Netěsnost v % \*: \_\_\_\_\_ Směšování < 0.05%  
\_\_\_\_\_ Rozdělování < 0.02%  
Pracovní tlak: \_\_\_\_\_ 1 MPa (10 bar)  
Max. rozdíl tlakové ztráty: \_\_\_\_\_ Směšování, 100 kPa (1 bar)  
\_\_\_\_\_ Rozdělování, 200 kPa (2 bar)  
Uzavírací tlak: \_\_\_\_\_ 200 kPa (2 bar)  
Regulační rozsah Kv/Kv<sup>max</sup>, A-AB: \_\_\_\_\_ 100  
Připojení: \_\_\_\_\_ Vnitřní závit, EN 10226-1  
\_\_\_\_\_ Vnější závit, ISO 228/1  
\_\_\_\_\_ Svěrné kroužky, EN 1254-2

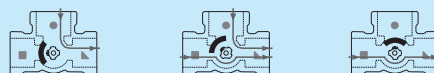
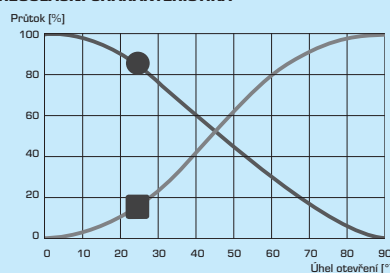
\* při rozdílovém tlaku 100 kPa (1 bar)

#### Materiál

Tělo ventilu a šoupátko: \_\_\_\_\_ Mosaz DZR, CW 602N  
Osa a průchodka: \_\_\_\_\_ Kompozit PPS  
O-kroužky: \_\_\_\_\_ EPDM

PED 97/23/EC, článek 3.3

#### REGULAČNÍ CHARAKTERISTIKA





## 8.2. Technický list směšovacího ventilu ESBE VRG230

Umístění ve strojně za tepelným čerpadlem

OTOČNÉ SMĚŠOVACÍ VENTILY

### PŘEPÍNAČÍ VENTILY ŘADA VRG230

Kompaktní, otočné přepínací trojcestné ventily řady VRG230 se dodávají v provedení DN 20–50 a jsou vyrobeny z mosazi DZR, PN 10. K dispozici jsou čtyři typy přípojek: s vnitřním závitem, vnějším závitem, svěrnými kroužky a otočnou maticí.

#### POPIS

Kompaktní směšovací ventily řady VRG 230 jsou vyrobeny z mosazi typu DZR s ochranou proti vyluhování zinku s možností použití pro aplikace kde není požadována regulační charakteristika. Pro jednodušší a pohodlnější ovládání jsou ventily opatřeny protiskluzovým knoflíkem s úhlem otáčení max 90°. Stupnice pod knoflíkem může být umístěna libovolně po dráze otáčení srdce klapky v závislosti k orientaci ventilu v aplikaci. Ventily VRG230 společně s pohony ESBE řady ARA600 nebo ovladači ESBE řad CRA110 a CRB100 nabízejí také možnost snadné automatizace díky jedinečnému rozhraní mezi ventilem a pohonem.

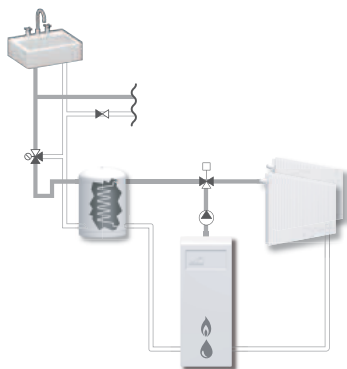
Ventily ESBE VRG230 jsou k dispozici ve velikostech DN 15–50 s vnitřním nebo vnějším závitem, s otočnou maticí v DN20 nebo svěrnými kroužky pro potrubí s vnějším průměrem 22 a 28 mm.

#### SERVIS A ÚDRŽBA

Útlý a kompaktní design těla umožňuje velmi dobrou přístupnost pro instalaci ventilu.

#### PŘÍKLADY INSTALACÍ

Všechny příklady instalací mohou být zrcadlově obráceny. Stupnice ukazující pozici srdce může být libovolně otáčena v závislosti na poloze. Symboly (■●▲) označující jednotlivé výstupy minimalizují riziko nesprávné instalace.



#### VENTILY VRG230 JSOU NAVRŽENY PRO

- Topení
- Chlazení
- Pitnou vodu
- Podlahové topení
- Solární systémy
- Ventilaci
- Centrální rozvody
- Pitné vody
- Teplé vody
- Chlazení

#### VHODNÉ KOMPATIBILNÍ SERVOPOHONY

Ventily řady VRG230 jsou kompatibilní k servopohonům:

- Řada ARA600
- Řada 90\*
- Řada 90C
- Řada CRB100
- Řada CRA110

\* Nutný adaptér

#### TECHNICKÁ DATA

Tlaková třída: \_\_\_\_\_ PN 10  
 Teploty média: \_\_\_\_\_ max. trvalá +110°C  
 \_\_\_\_\_ max. dočasná +130°C  
 \_\_\_\_\_ min. -10°C  
 Ovládací síla (při nominálním tlaku) DN20-32: \_\_\_\_\_ < 3 Nm  
 DN40-50: \_\_\_\_\_ < 5 Nm  
 Netěsnost v % \*: \_\_\_\_\_ < 0.5%  
 Pracovní tlak: \_\_\_\_\_ 1 MPa (10 bar)  
 Max. rozdíl tlakové ztráty: \_\_\_\_\_ Rozdělování, 200 kPa (2 bar)  
 \_\_\_\_\_ Směšování, 100 kPa (1 bar)  
 Uzavírací tlak: \_\_\_\_\_ 200 kPa (2 bar)  
 Regulační rozsah Kv/Kv<sup>max</sup>, A-AB: \_\_\_\_\_ 100  
 Připojení: \_\_\_\_\_ Vnitřní závit, EN 10226-1  
 \_\_\_\_\_ Vnější závit, ISO 228/1  
 \_\_\_\_\_ Svěrné kroužky, EN 1254-2

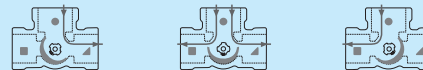
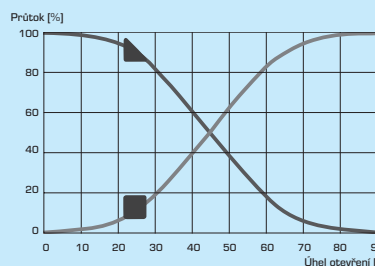
\* při rozdílovém tlaku 100 kPa (1 bar)

#### Materiál

Tělo ventilu a šoupátko: \_\_\_\_\_ Mosaz DZR, CW 602N  
 Osa a průchodka: \_\_\_\_\_ Kompozit PPS  
 O-kroužky: \_\_\_\_\_ EPDM

PED 97/23/EC, článek 3.3

#### CHARAKTERISTIKA VENTILU

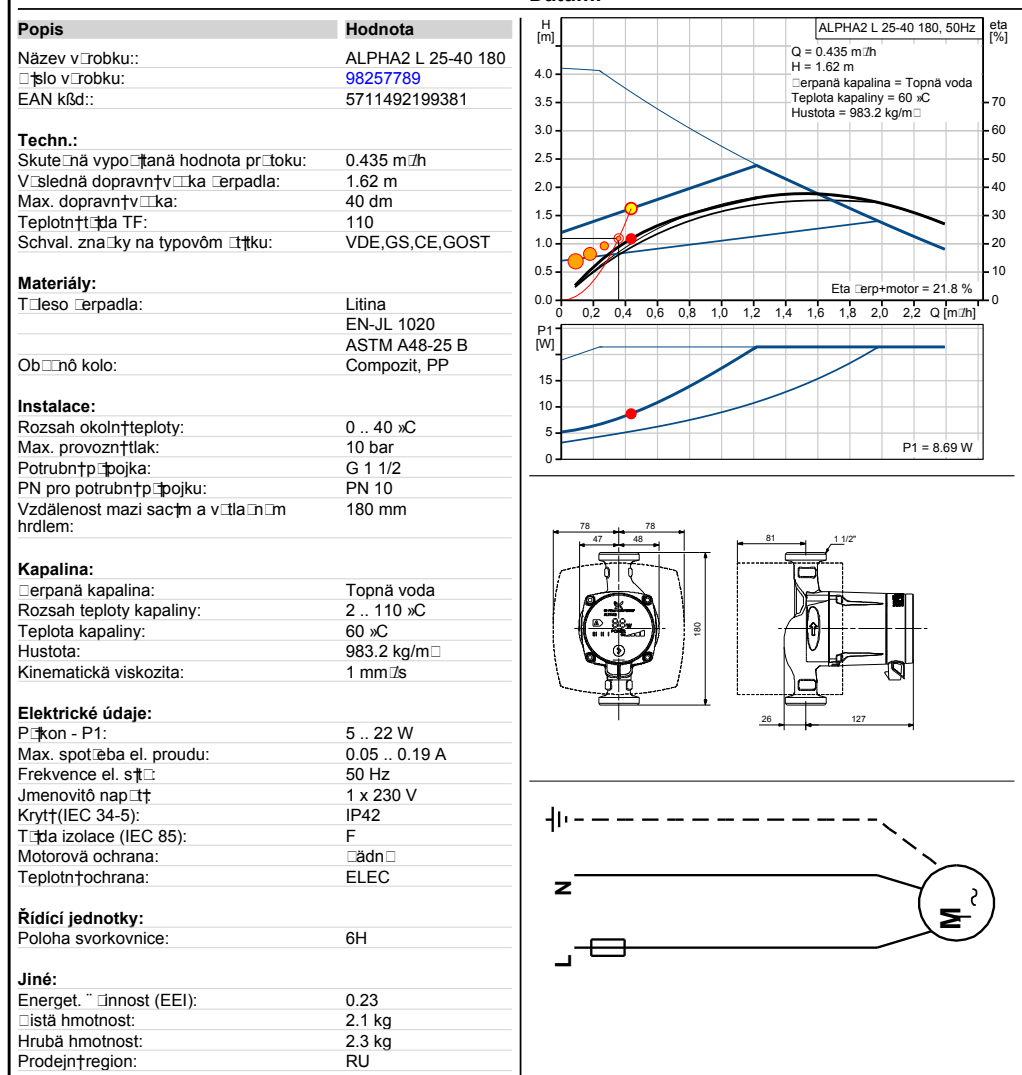


## 9. NÁVRH OBĚHOVÝCH ČERPADEL

### Čerpadlo č.1 - Větev F

$Q = 358,2 \text{ kg/h}$

$\Delta P = 11093 \text{ pa}$

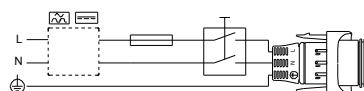
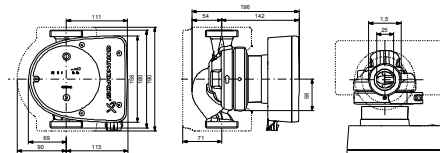
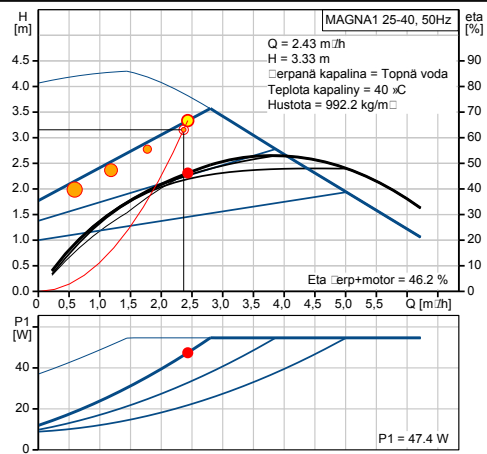


## Čerpadlo č.2 - Větev 4A

$Q = 2366,7 \text{ kg/h}$

$\Delta P = 31605 \text{ pa}$

Popis	Hodnota
Název výrobku:	MAGNA1 25-40
Číslo výrobku:	97924153
EAN kód:	5710626492213
<b>Techn.:</b>	
Skutečná vypočítaná hodnota průtoku:	2.43 m <sup>3</sup> /h
Výsledná dopravní výška čerpadla:	3.33 m
Max. dopravní výška:	40 dm
Teplotní třída TF:	110
Schvál. značky na typovém štítku:	CE, VDE, PCT
Model:	A
<b>Materiály:</b>	
Těleso čerpadla:	Litina
	EN-GJL-200
	ASTM A48-200B
Oběžné kolo:	PES 30%GF
<b>Instalace:</b>	
Rozsah okolní teploty:	0 .. 40 °C
Max. provozní tlak:	10 bar
Potravní přípojka:	G 1 1/2"
PN pro potravní přípojku:	PN10
Vzdálenost mezi sacím a výtlačným hrdlem:	180 mm
<b>Kapalina:</b>	
Čerpaná kapalina:	Topná voda
Rozsah teploty kapaliny:	-10 .. 110 °C
Teplota kapaliny:	40 °C
Hustota:	992.2 kg/m <sup>3</sup>
Kinematická viskozita:	1 mm <sup>2</sup> /s
<b>Elektrické údaje:</b>	
Příkon - P <sub>1</sub> :	9 .. 56 W
Max. spotřeba el. proudu:	0.09 .. 0.45 A
Frekvence el. síť:	50 Hz
Jmenovitá napětí:	1 x 230 V
Krytí (IEC 34-5):	X4D
Třída izolace (IEC 85):	F
<b>Jiné:</b>	
Štítek:	Grundfos Blueflux
Energet. účinnost (EEL):	0.22
Čistá hmotnost:	4.38 kg
Hrubá hmotnost:	4.78 kg
Převrtný objem:	0.012 m <sup>3</sup>

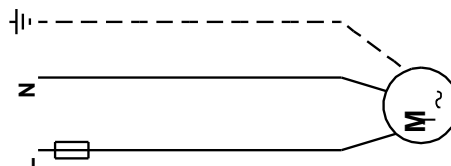
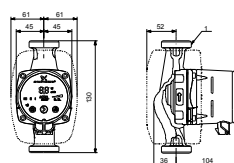
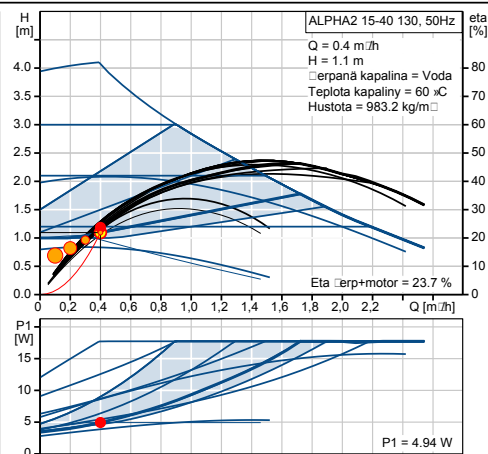


## Čerpadlo č.3 - Větev G

$Q = 400 \text{ kg/h}$

$\Delta P = 11490 \text{ pa}$

Popis	Hodnota
Název výrobku:	ALPHA2 15-40 130
Číslo výrobku:	97993192
EAN kód:	5710627540319
Cena:	Na vyžádání
<b>Techn.:</b>	
Skutečná vypočítaná hodnota průtoku:	0.4 m <sup>3</sup> /h
Výsledná dopravní výška čerpadla:	1.1 m
Max. dopravní výška:	40 dm
Teplotní třída TF:	110
Schvál. značky na typovém štítku:	VDE,GS,CE
<b>Materiály:</b>	
Těleso čerpadla:	Litina
	EN-GJL-150
	ASTM A48-150B
Oběžné kolo:	PES 30%GF
<b>Instalace:</b>	
Rozsah okolní teploty:	0 .. 40 °C
Max. provozní tlak:	10 bar
Potravní přípojka:	G 1
PN pro potravní přípojku:	PN 10
Vzdálenost mezi sacím a výtlačným hrdlem:	130 mm
<b>Kapalina:</b>	
Čerpaná kapalina:	Voda
Rozsah teploty kapaliny:	0 .. 110 °C
Teplota kapaliny:	60 °C
Hustota:	983.2 kg/m <sup>3</sup>
Kinematická viskozita:	1 mm <sup>2</sup> /s
<b>Elektrické údaje:</b>	
Průkon - P1:	3 .. 18 W
Max. spotřeba el. proudu:	0.04 .. 0.18 A
Frekvence el. síť:	50 Hz
Jmenovitá napětí:	1 x 230 V
Krytí (IEC 34-5):	X4D
Třída izolace (IEC 85):	F
Motorová ochrana:	Čádn
Teplotní ochrana:	ELEC
<b>Řídící jednotky:</b>	
Automat. noční reduk. provoz:	Včetně automat. nočního reduk. provozu
Poloha svorkovnice:	6H
<b>Jiné:</b>	
Energet. účinnost (EEI):	0.15
Čistá hmotnost:	1.76 kg
Hrubá hmotnost:	1.89 kg
Průpravní objem:	0.004 m <sup>3</sup>



## Čerpadlo č.4 - Větev H

$Q = 1064 \text{ kg/h}$

$\Delta P = 18572 \text{ Pa}$

# GRUNDFOS®



Název společnosti: -  
Vyráběno kým: -  
Telefon: -  
Fax: -  
Datum: -

### Popis

Název výrobku: ALPHA2 L 25-40 180  
Číslo výrobku: 98257789  
EAN kód: 5711492199381

### Techn.

Skutečná vypočítaná hodnota průtoku:  $1.24 \text{ m}^3/\text{h}$   
Výsledná dopravní výška čerpadla:  $2.37 \text{ m}$   
Max. dopravní výška:  $40 \text{ dm}$   
Teplotní třída TF:  $110$   
Schval. značky na typovém štítku: VDE, GS, CE, GOST

### Materiály:

Typ čerpadla: Litina  
Litina: EN-JL 1020  
ASTM A48-25 B  
Oběžné kolo: Kompozit, PP

### Instalace:

Rozsah okolní teploty:  $0 \dots 40 \text{ }^\circ\text{C}$   
Max. provozní tlak:  $10 \text{ bar}$   
Potrubní přípojka:  $G 1 1/2$   
PN pro potrubní přípojku:  $PN 10$   
Vzdálenost mezi sacím a výtlačným hrdlem:

### Kapalina:

Čerpaná kapalina: Topná voda  
Rozsah teploty kapaliny:  $2 \dots 110 \text{ }^\circ\text{C}$   
Teplota kapaliny:  $50 \text{ }^\circ\text{C}$   
Hustota:  $988 \text{ kg/m}^3$   
Kinematická viskozita:  $1 \text{ mm}^2/\text{s}$

### Elektrické údaje:

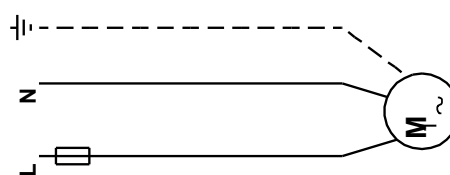
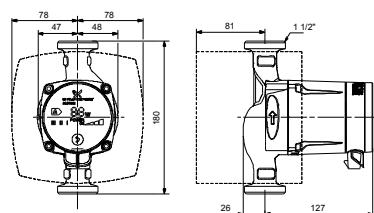
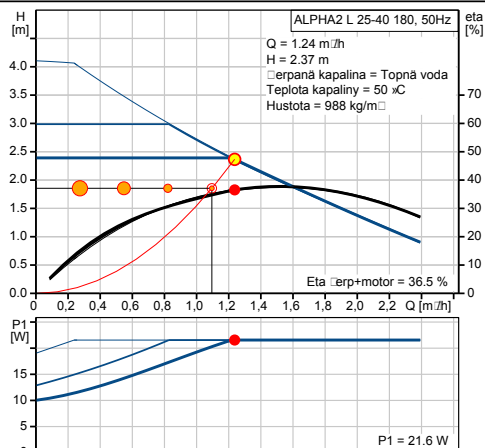
Průkon - P1:  $5 \dots 22 \text{ W}$   
Max. spotřeba el. proudu:  $0.05 \dots 0.19 \text{ A}$   
Frekvence el. síť:  $50 \text{ Hz}$   
Jmenovitá napětí:  $1 \times 230 \text{ V}$   
Krytí (IEC 34-5): IP42  
Třída izolace (IEC 85): F  
Motorová ochrana: Čádná  
Teplotní ochrana: ELEC

### Řídící jednotky:

Poloha svorkovnice: 6H

### Jiné:

Energet. účinnost (EEI):  $0.23$   
Čistá hmotnost:  $2.1 \text{ kg}$   
Hrubá hmotnost:  $2.3 \text{ kg}$   
Prodejní region: RU

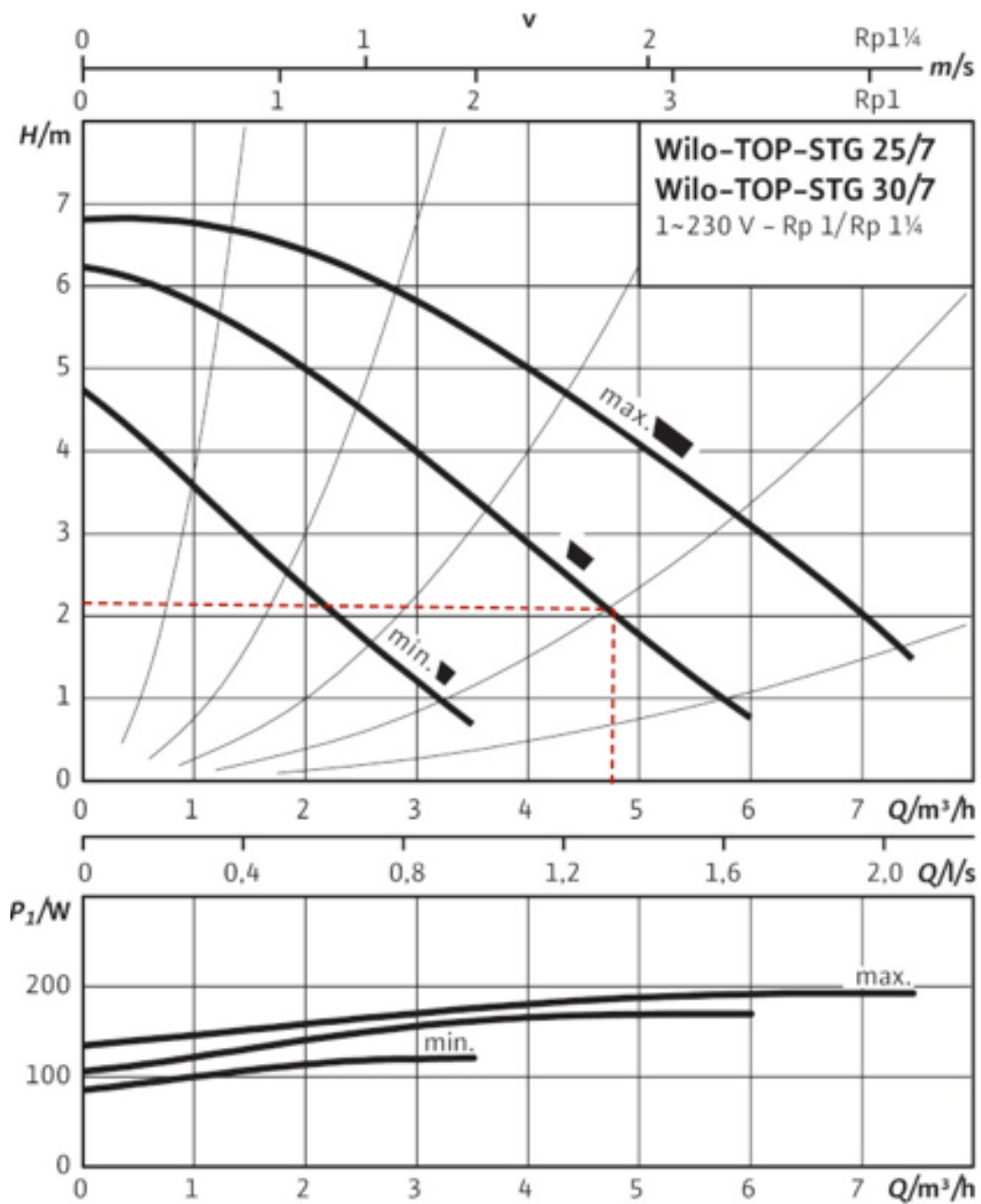


### Ověření instalovaného oběhového čerpadla

Čerpadlo umístěné v tepelném čerpadlu WILO TOP STG 30/7

$Q = 4979,9 \text{ kg/h}$

$\Delta P = 22407 \text{ Pa}$



## 10. NÁVRH OHŘEVU TEPLÉ VODY

Odhad: 80 osob - návštěvníků

Úklidová plocha: 903 m<sup>2</sup>

Spotřeba: Umyvadlo 0,002 m<sup>3</sup> · per<sup>-1</sup>

Úklid 0,02 m<sup>3</sup> · 100 m<sup>-2</sup>

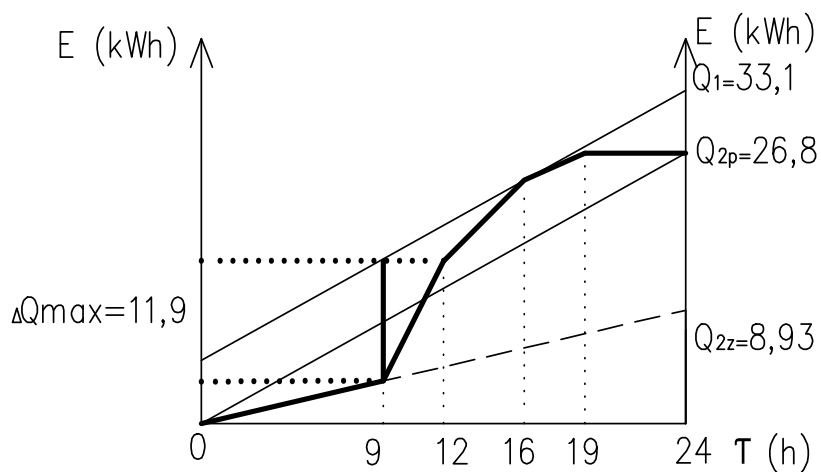
Výpočet:  $V_{2p} = 80 \cdot 0,002 + 9,03 \cdot 0,02 = 0,341 \text{ m}^3$

Teplo odebrané:  $Q_{2t} = 1,163 \cdot V_{2p} \cdot (\theta_2 - \theta_1) = 1,163 \cdot 0,341 \cdot (55 - 10) = 17,85 \text{ kWh}$

Teplo ztracené:  $Q_{2z} = Q_{2t} \cdot z = 17,85 \cdot 0,5 = 8,93 \text{ kWh}$

Teplo celkové:  $Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z} = 17,85 + 8,93 = 26,8 \text{ kWh}$

Graf rovnoměrného průběhu odběru teplé vody



Průběh denního odběru teplé vody

Hodiny	Návrh obsazenosti	Potřeba tepla
(h)	(%)	(kWh)
9-12	60	16,08
12-16	30	8,04
16-19	10	2,68
<b>suma</b>	<b>100</b>	<b>26,8</b>

Potřebná velikost zásobníku:

$$V_z = \frac{\Delta Q_{\max}}{1,163 \cdot (\theta_2 - \theta_1)} = \frac{11,9}{1,163 \cdot (55 - 10)} = 0,22 \text{ m}^3$$

Jmenovitý výkon ohřevu:

$$Q_{1n} = (Q_1 / t) = 33,1 / 12 = 2,76 \text{ kW}$$

Potřebná teplosměnná plocha při spádu 55/45 :

$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}} = \frac{(55 - 50) - (45 - 10)}{\ln \frac{(55 - 50)}{(45 - 10)}} = 15,42 \text{ K}$$

Potřebná teplosměnná plocha:

$$A = (Q_{1n} \cdot 10^3) / (U \cdot \Delta t) = 2760 / (420 \cdot 15,42) = 0,43 \text{ m}^2$$

Instalovaná teplosměnná plocha přenese:

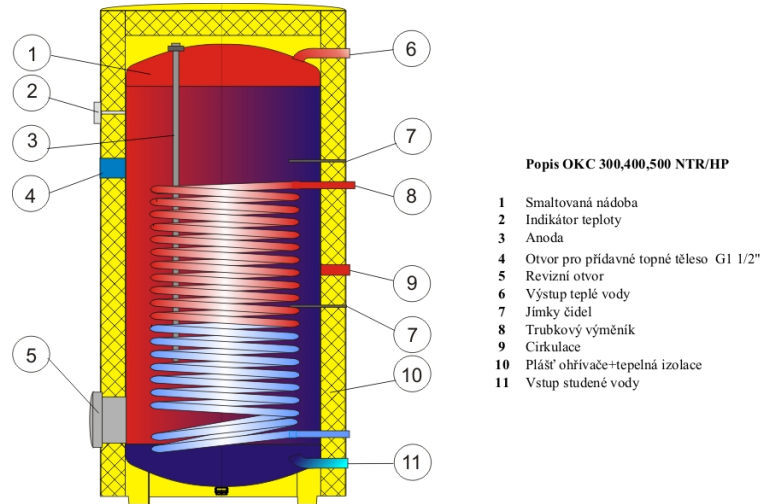
$$Q = A \cdot U \cdot \Delta t = 6,2 \cdot 420 \cdot 15,42 = 40\,154 \text{ W}$$

Návrh zásobníku pro ohřev teple vody: OKCE 500 NTR/HP

- teplosměnná plocha 6,2 m<sup>2</sup>
- topná tyč - výkon 2,2 kW



## 10.1. Technický list zásobníku na teplou vodu OKCE 500 NTR/HP



Typ bojleru	OKC 250 NTR/HP	OKC 300 NTR/HP	OKC 400 NTR/HP	OKC 500 NTR/HP	OKC 750 NTR/HP	OKC 1000 NTR/HP
Objem [l]	245	295	356	440	727	945
Hmotnost [kg]	119	138	172	203	263	335
Výška ohřívače [mm]	1 541	1 580	1 591	1 921	2050	2083
Průměr ohřívače [mm]	584	670	700	700	990	1090
Maximální provozní tlak nádoby [MPa]	1	1	1	1	1	1
Maximální provozní tlak výměníku [MPa]	1	1	1	1	1	1
Maximální teplota topné vody [°C]	110	110	110	110	110	110
Maximální teplota T <sub>UV</sub> [°C]	90	90	90	90	90	90
Výhřevná plocha výměníku [m <sup>2</sup> ]	2,5	3,2	5	6,2	7,0	9,0
Objem výměníku [l]	16	24	35	43	49	64

## 11. NÁVRH ZDROJE TEPLA

### 11.1. Návrh výkonu

$$Q_{PRIP} = 0,7 \cdot Q_{VYT} + 0,7 \cdot Q_{VZT} + Q_{TV}$$

$$Q_{PRIP} = 0,7 \cdot 21,6 + 0,7 \cdot 25,5 + 2,76 = 35,73 \text{ kW}$$

$$Q_{PRIP} = Q_{VYT} + Q_{VZT}$$

$$Q_{PRIP} = 21,6 + 25,5 = 47,1 \text{ kW}$$

Návrh: Tepelné čerpadlo **IVT GREENLINE D55**

Topný výkon při 0/35 54,7 kW COP 4,1

Topný výkon při 0/50 55,6 kW COP 3,1

### 11.1. Návrh vrtů

Návrh velikosti vrtů pro tepelné čerpadlo:

$$P = \frac{Q_T}{COP} = \frac{55,6}{3,1} = 17,94 \text{ kW}$$

kde: P elektrický příkon tepelného čerpadla [kW]

$Q_T$  topný výkon tepelného čerpadla [kW]

COP topný faktor [–]

$$Q_{CH} = Q_T - P = 55,6 - 17,94 = 37,66 \text{ kW}$$

kde:  $Q_{CH}$  chladicí výkon tepelného čerpadla [kW]

Potřebná hloubka vrtu:

$$H = \frac{Q_{CH}}{q_{vrtu}} = \frac{36760}{50} = 735,2 \text{ m}$$

kde:  $q_{vrtu}$  měrný výkon vrtu [W/m]

Měrný výkon vrtu je pouze odhad. Nejsou známy skladby podloží. Nutný geologický průzkum.

Navrhuji 7 vrtů po hloubkách 105 m.

## 11.2. Technický list pro tepelné čerpadlo IVT D55

### Technické údaje

Model Greenline		HT Plus E14	HT Plus E17	D20-E20	D25-E25	D33	D40	D55	D70
Výstupní/vstupní výkon při 0/35 °C	kW	14,4/3,1	16,7/3,7	21/5,1	25,5/6,3	32,9/7,9	41,5/10,4	54,8/13,5	67,8/16,7
Výstupní/vstupní výkon při 0/50 °C	kW	13,9/4,2	16,2/4,9	20/7,1	24,8/8,7	33,3/10,7	40,9/14,3	55,6/17,7	69,8/22,3
Nominální průtok v teplém okruhu	l/s	0,50	0,57	0,59	0,74	0,99	1,22	1,40	1,73
Nominální průtok ve studeném okruhu	l/s	0,78	0,90	1,15	1,44	2,02	2,38	3,16	3,95
Připust. externí pokles tlaku v teplém okruhu	kPa	54	51	43	38	43	38	30	30
Připust. externí pokles tlaku ve stud. okruhu	kPa	74	71	72	70	65	60	70	90
Max. tlak v teplém okruhu	bar	4,0 ***							
Max. tlak ve studeném okruhu	bar	4,0							
Provoz. tepl. stud. okruhu	°C	-5 až +20							
Elektrické připojení		400 V 3 N ~ 50 Hz							
Trístupňový elektrický kotel, model E	kW	15,75 5,6 / 5,0 / 15,75	15,75 5,6 / 5,0 / 15,75	18 6,7 / 11,3 / 18,0	27 9,0 / 18,0 / 27,0	-	-	-	-
Velikost pojistky model D **	A	-	-	20	25	32	35	40	50
Velikost pojistky model E vždy podle připojovacího výkonu elektrokotle **									
9,0 kW	A	32	32	-	-	-	-	-	-
15,75 kW	A	40	40	-	-	-	-	-	-
11,3 kW	A	-	-	35	-	-	-	-	-
18,0 kW	A	-	-	50	50	-	-	-	-
27,0 kW	A	-	-	-	63	-	-	-	-
Doporuč. inst. tepelná ochrana mot.	A	10,0	11,5	13,7	16,4	21,0	26,5	35	42
Kompresor		Scroll							
Náběhový proud (LRA)	A	67	70	98	120	145	175	152	164
Max. výstup. tepl. teplého okruhu	°C	65			55				
Množství chladiva R407C	kg	2,2	2,3	3,7	4,2	4,5	8,5	9,2	9,8
Připojení tep. okruhu	mm	Cu 28		Cu 35		Cu 35		Cu 42	
Připojení stud. okruhu	mm	Cu 35		Cu 42		Cu 42		Cu 54	
Rozměry (Š x H x V)	mm	600 x 600 x 1520		700 x 750 x 1520		700 x 750 x 1520		950 x 750 x 1520	
Hmotnost	kg	190	195	210	210	305	350	490	510

\* 1 Hodnoty výkonu při 0/35 °C a 0/50 °C podle normy EN 255. Do výpočtu není zahrnut přídatný elektrokotel.

\*\* Tavná pojistka typ gL-gG nebo malý samovypínač typ D.  
Doporučená velikost pojistky je založena na extrémním zatížení při vysokém odpařování a kondenzaci, přičemž pracuje kompresor s maximálním provozním proudem. Dříve než nastane vypnutí, může být pomalá pojistka po dobu několika minut zatížena nad svůj jmenovitý proud. Vždy podle napětí sítě a velikosti dotopu postačuje k vyřešení problému menší než doporučená velikost pojistky.

\*\*\* Maximální tlak systému teplého okruhu je určen většinou maximálním provozním tlakem bojleru pro TUV. Zpravidla se pohybuje v rozmezí mezi 1,5 a 3,0 bar.

## 12. NÁVRH AKUMULAČNÍHO ZÁSOBNÍKU

Objem akumulční nádoby:

$$V = (Q \cdot t) / (c \cdot \Delta t) = (55,6 \cdot 0,33) / (1,163 \cdot 11) = 1,434 \text{ m}^3 \Rightarrow 1430 \text{ l}$$

kde: Q uvažovaný výkon tepelného čerpadla [W]  
t doba na překlenutí [h]  
(uvažuji 20 min)  
 $\Delta t$  tepelný spád soustavy [K]  
c měrná tepelná kapacita vody [Wh/kg · K]

Návrh: Akumulační nádrž 1500 litrů **TPSM 1500**

## 13. NÁVRH ZABEZPEČOVACÍHO ZAŘÍZENÍ

### 13.1. Návrh expanzní nádoby

Vztah pro výpočet expanzního objemu:

$$V_e = 1,3 \cdot V_o \cdot n = 1,3 \cdot 2,015 \cdot 0,023 = 0,06 \text{ m}^3$$

kde  $V_o$  objem vody v soustavě - 2015 l  
 $V_e$  expanzní objem [l]  
n koeficient tepelné roztažnosti [°C]  
(0,23 pro 60 °C)

nejnižší dovolený provozní přetlak:

$$P_{ddov} \geq 1,1 \cdot h \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3} + p_z$$

$$P_{ddov} \geq 1,1 \cdot 2,2 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} + 30$$

$$60 \geq 53,7 \text{ kPa}$$

kde  $P_{ddov}$  nejnižší dovolený provozní přetlak [kPa]  
h nejvyšší bod soustavy [m]

Nejvyšší dovolený přetlak soustavy:

$$P_{hdov} \leq p_k - h_{mr} \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3}$$

$$P_{hdov} \leq 300 - 1,5 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3}$$

$$250 \leq 285 \text{ kPa}$$

kde  $p_{hdov}$  nejvyšší dovolený přetlak soustavy [kPa]  
 $h_{mr}$  výška manometrické roviny [m]  
 $p_k$  předběžný nejvyšší provozní přetlak [kPa]

Návrh objemu nádoby

$$V_{ep} = \frac{V_e \cdot (p_{hdov} + 100)}{p_{hdov} - p_{ddov}} = \frac{0,06 \cdot (250 + 100)}{250 - 60} = 0,110 \text{ m}^3 \Rightarrow 150 \text{ l}$$

kde  $V_{ep}$  - objem expanzní nádoby [l]

Návrh expanzního potrubí

$$d_p = 10 + 0,6 \cdot Qp^{0,5} = 10 + 0,6 \cdot 55,6^{0,5} = 14,5 \text{ mm} \Rightarrow \text{navrženo potrubí } 18 \times 1$$

kde  $d_p$  vnitřní průměr potrubí [mm]

$Q_p$  výkon zdroje tepla [kW]

Návrh: **expanzí nádoba MB 150**

## 13.2. Návrh pojistných ventilů

### 13.2.1. Návrh pojistného ventilu pro otopnou soustavu

Průřez sedla pojistného ventilu

$$A_o = 2 \cdot Q_p / (\alpha_v \cdot p_{hdov}^{0,5}) = 2 \cdot 55,6 / (0,289 \cdot 250^{0,5}) = 24,3 \text{ mm}^2 \Rightarrow d_i = 5,57 \text{ mm}$$

skutečný rozměr sedla

$$d_0 = d_i \cdot a = 5,57 \cdot 1,89 = 10,52 \text{ mm}$$

Potrubí vstupní a výstupní pojistného ventilu

$$d_p = 10 + 0,6 \cdot Q^{0,5} = 10 + 0,6 \cdot 55,6^{0,5} = 14,5 \text{ mm} \Rightarrow \text{tomu odpovídá DN 15}$$

Návrh : **SM 120 – 1/2 A**

připojení: 1/2" 3/4"

sedlo 16 mm<sup>2</sup>

otevírací přetlak: 2,5 bar

### 13.2.2. Návrh pojistného ventilu pro ohřev teplé vody

Dle normy ČSN 06 0830 Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení, postačí pojistný ventil o DN 25 na navržený ohřívač teplé vody do 500 l. Nastavený tlak pojistného ventilu bude 1 MPa

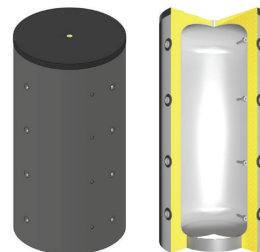
Návrh: **SM 152 – 1 AC**

otevírací přetlak: 10 bar

### 13.3. Technický list navržené akumulční nádrže TPSM 1500

#### Akumulační nádrž TPSM 300 - 5000 litrů

- Nátrubky:**
- 8 nátrubků na stranách s vnitřním závitem G 6/4" pro připojení tepelných zdrojů
  - 1 horní nátrubek s vnitřním závitem G 5/4" pro odvzdušnění nebo výstup do topného systému
  - 4 nátrubky na straně s vnitřním závitem G 1/2" pro umístění teplotních čidel
- Parametry:** provozní tlak 3 bar; max. provozní teplota 95°
- Provedení:** vnitřek surový, vnější plášť antikoroziční nátěr
- Izolace:** PUR - měkká pěna 100 mm + opláštění se zipem  
- barva stříbrná



Kód	Název	Výška (mm)		Průměr (mm)		Váha (kg)
		s izolací	bez izolace	s izolací	bez izolace	
TPSM 300	Akumulační nádrž 300 litrů	1400	1350	750	550	58
TPSM 500	Akumulační nádrž 500 litrů	1680	1630	850	650	78
TPSM 600	Akumulační nádrž 600 litrů	1700	1650	900	700	84
TPSM 825	Akumulační nádrž 825 litrů	1740	1690	990	790	97
TPSM 1000	Akumulační nádrž 1000 litrů	2 090	2040	990	790	111
TPSM 1250	Akumulační nádrž 1250 litrů	2 060	2010	1150	950	158
TPSM 1500	Akumulační nádrž 1500 litrů	2 200	2150	1200	1000	168

### 13.4. Technický list navržené expanzní nádoby MB 150

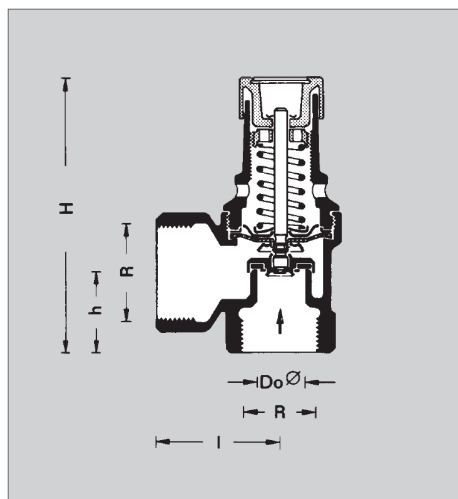
#### Expanzní nádoby pro topné systémy - řada MB



Kód	Typ	Model	Objem [l]	Průměr [mm]	Výška [mm]	Připojení	Hmotnost [kg]	Přednastavený tlak [bar]	Max. pracovní tlak [bar]
8496	MB 12	IN LINE	12	267	334	3/4"	3,2	1,5	3
8497	MB 18	IN LINE	18	317	350	3/4"	4	1,5	3
8498	MB 25	IN LINE	25	317	448	3/4"	4,8	1,5	3
8499	MB 35	IN LINE	35	368	440	3/4"	7	1,5	3
8909	MB 35	LEGS	35	368	540	3/4"	7	1,5	3
8500	MB 50	LEGS	50	418	577	3/4"	9,1	1,5	3
8501	MB 80	SKIRT	80	450	608	3/4"	14	2	3
8502	MB 105	SKIRT	105	500	665	3/4"	16	2	6
8503	MB 150	SKIRT	150	500	897	3/4"	21	2	6
8504	MB 200	SKIRT	200	600	812	3/4"	34	2,5	6
8505	MB 250	SKIRT	250	630	957	3/4"	34	2,5	6
8506	MB 300	SKIRT	300	630	1105	3/4"	43	2,5	6
8507	MB 400	SKIRT	400	630	1450	3/4"	54	2,5	6
8508	MB 500	SKIRT	500	750	1340	1"	60	2,5	6
8926	MB 600	SKIRT	600	750	1555	1"	76	2,5	6
8927	MB 700	SKIRT	700	750	1755	1"	84	2,5	6
8928	MB 800	SKIRT	800	750	1855	1"	100	2,5	6
8929	MB 900	SKIRT	900	750	2105	1"	110	2,5	6

## 13.5. Technický list pojistného ventilu pro přípravu otopné vody

**Honeywell**



### Popis funkce

Membránový pojistný ventil je normálně uzavřen. Pokud tlak v kotli překročí nastavenou hodnotu tlaku pojistného ventilu, pak síla na sedlo ventilu překročí sílu pružiny a ventil otevře. Nastavení tlaku je zabezpečeno pojistným víčkem. Není povoleno manipulovat s nastaveným tlakem, změny jsou možné jen zničením pojistného víčka.

### Dostupné varianty

SM 120 - ... A = Nastavený tlak 2,5 bar, pro uzavřené otopné systémy

SM 120 - ... B = Nastavený tlak 3,0 bar, pro uzavřené otopné systémy

SM 120 - 1/2 C = Nastavený tlak 6,0 bar, pro uzavřené otopné systémy

SM 120 - ... Z = Nastavitelný tlak od 2,5 do 6,0 bar

Připojení		Rozměry (mm)				Hmotnost	Pro soustavy do výkonu		Koeficient	Průměr sedla	Objednací číslo
vstup	výstup	H	h	I	Do	kg	kW	kcal/h	a <sub>v</sub>	mm	
Pro uzavřené otopné soustavy, nastavený tlak 2,5 bar											
½"	¾"	93	28	36	15	0,3	50	45 000	0,289	16	SM 120 – 1/2 A
¾"	1"	99	34	42	16	0,4	100	90 000	0,449	16	SM 120 – 3/4 A
1"	1 ¼"	137	41	51	22	0,9	200	175 000	0,558	24	SM 120 – 1 A
1 ¼"	1 ½"	144	47	57	27	1,1	350	300 000	0,583	27	SM 120 – 1¼ A
Pro uzavřené otopné soustavy, nastavený tlak 3,0 bar											
½"	¾"	93	28	36	15	0,3	50	45 000	0,289	16	SM 120 – 1/2 B
¾"	1"	99	34	42	16	0,4	100	90 000	0,449	16	SM 120 – 3/4 B
1"	1 ¼"	137	41	51	22	0,9	200	175 000	0,558	24	SM 120 – 1 B
1 ¼"	1 ½"	144	47	57	27	1,1	350	300 000	0,583	27	SM 120 – 1¼ B
Pro uzavřené solární soustavy, nastavený tlak 6,0 bar											
½"	¾"	93	28	36	15	0,3	100	90 000	0,289	16	SM 120 – 1/2 C
Zákaznické provedení, nastavený tlak může být v rozsahu 2,5 až 6,0 bar (nutno specifikovat v objednávce)											
½"	¾"	93	28	36	15	0,3	100	90 000	0,289	16	SM 120 – 1/2 Z

Technické změny vyhrazeny © Honeywell 2007

**Honeywell**



Honeywell s.r.o.  
**Environmental Controls**  
V Parku 2326/18  
148 00 Praha 4, Česká Republika  
Tel: +420 242 442 111  
Fax: +420 242 442 282  
[www.honeywell.cz](http://www.honeywell.cz)

**Kancelář Morava:**  
Lidická 51, Šumperk 787 01  
Tel./fax: +420 583 211 404

## 13.6. Technický list pojistného ventilu pro přípravu teplé vody

# SM 152

Pojistný membránový ventil pro uzavřené ohřívače vody.

### KATALOGOVÝ LIST



#### Konstrukce

Bezpečnostní armatura SM 152 se skládá z:

- rohové tělo
- spolehlivý ventil s výměnou vložkou se skládá z:
  - zapuštěný šroub se šestihrannou hlavou
  - pružina s krytem
  - ochranná čepička s certifikací a tlakovou specifikací
  - odvzdušňovací čepička
  - ploché těsnění
  - membrána
  - seřizovací pružina

#### Materiály

- mosazné tělo
- šroubovicová část z vysoce kvalitního syntetického materiálu ( pro tlak 6,0 bar) nebo mosazná (pro tlak nad 6,0 bar)
- kryt pružiny z vysoce kvalitního syntetického materiálu
- ochranná čepička z vysoce kvalitního syntetického materiálu
- odvzdušňovací čepička z vysoce kvalitního syntetického materiálu
- plochá těsnění
- membrána
- seřizovací pružina z oceli

#### Použití

Pojišťovací ventil SM 152 je vhodný pro uzavřené ohřívače vody v souladu s DIN 4753, část 1a EN 1717

V shodě se zákonnými požadavky je pojišťovací ventil nastaven na požadovaný tlak již od výrobce a nelze jej měnit. Pojišťovací ventil má na své vrchní části bezpečnostní víčko, které brání nepovolaným zásahům do nastavení pojišťovacího ventilu. Na tomto víčku je také informace o nastaveném tlaku pojišťovacího ventilu.

Jedinečný Honeywel - "in servis" umožňuje snadnou údržbu a opravu bez nutnosti vyjmutí z potrubí.

#### Hlavní rysy

- ověřený na TRD 721
- lehké odvzdušnění
- jednoduchý servis bez vyjmutí z potrubí
- standardní připojení na výtlačku

#### Rozsah použití

Pro uzavřené ohřívače vody ve shodě dle DIN 4753 část 1a EN1717. Testováno na TRD 721 pro tlakový rozsah 1,0 - 10,0 bar.

#### Technické parametry

Medium: voda  
Instalační poloha: vodorovná s přívodem a s bezpečnostním kloboučkem směřujícím nahoru.

Tlakový rozsah: nastavený z výroby na 6,0; 8,0; 10,0 bar  
speciální nastavení na přání zákazníka v rozsahu 1,0 bar až 10,0 bar

Provozní teplota: max. 95°C

Velikost připojení: 1" - 1 1/4"  
Velikost připojení je definována velikostí přívodního připojení.



## 14. VÝPOČET POTŘEBY TEPLA

Výpočet dle normy ČSN EN ISO 13790

Měrná tepelná ztráta prostupem:

$$H_{TR} = H_d + H_g + H_u \quad [W / K]$$

kde:  $H_d$  měrný tepelný tok konstrukcemi mezi vytápěným prostorem a vnějším vzduchem  $[W/K]$

$H_g$  měrný tepelný tok konstrukcemi ve styku se zeminou  $[W/K]$

$H_u$  měrný tepelný tok konstrukcemi přilehlými k prostorům s neupravovaným vnitřním prostředím  $[W/K]$

Měrná tepelná ztráta větráním:

$$H_v = V_v \cdot \rho \cdot c \quad [W / K]$$

kde:  $\rho$  hustota vzduchu  $[kg/m^3]$

$c$  měrná tepelná kapacita vzduchu  $[J/(kg \cdot K)]$

$V_v$  objemový tok vzduchu pro větrání hodnocené zóny  $[m^3/s]$

pro nucené větrání je  $V_v$  vypočteno takto:

$$V_v = (n \cdot V_a + V_x) \cdot (1 - f_{vent}) + [(1 - \eta_{H,hr}) \cdot V_f + V_x] \cdot f_{vent} \quad [m^3 / s]$$

kde:  $n$  odhadnutá průměrná intenzita přirozeného větrání  $[1/h]$

$V_a$  objem vzduchu v hodnocené zóně  $[m^3]$

$f_{vent}$  podíl času se spuštěným nuceným větráním  $[-]$

$\eta_{H,hr}$  účinnost zpětného získávání tepla ve VZT jednotce  $[-]$

$V_x$  objemový tok vzduchu netěsnostmi v režimu přirozeného větrání  $[m^3/s]$

$V_f$  objemový tok vzduchu zajištěný nuceným větráním  $[m^3/s]$

$V_x$  se určí dle vztahu:

$$V_x = V_a \cdot n_{50} \cdot e \quad [m^3/s]$$

kde:  $n_{50}$  intenzita výměny vzduchu při tlakovém rozdílu 50 Pa mezi interiérem a exteriérem  $[1/h]$

$e$  součinitel charakterizující zatížení budovy větrem  $[-]$

Celková tepelná ztráta  $Q_L$

$$Q_L = (H_{TR} + H_V) \cdot (\theta_i - \theta_e) [W]$$

kde:  $\theta_i$  požadovaná vnitřní teplota [°C]  
 $\theta_e$  průměrná venkovní teplota během výpočtového období [°C]

Tepelná energie prostupem za den

$$Q_{TR} = H_{TR} (\theta_e - \theta_i) \frac{24}{1000} [kWh]$$

Tepelná energie pro větrání za den

$$Q_{VE} = H_V (\theta_e - \theta_i) \frac{h_{pr}}{1000} [kWh]$$

kde:  $h_{pr}$  provozní doba větracího systému za den [h]

Solární zisky průsvitnými konstrukcemi

$$Q_{Sol} = \sum I_{i,j} \cdot A_i \cdot g_i [kWh / den]$$

kde:  $g_i$  propustnost slunečního záření k-tého okna pro kolmý dopad záření [–]  
(0,65 pro 3 skla)  
 $A_i$  prosklená plocha konstrukce [m<sup>2</sup>]  
 $I_i$  množství dopadající sluneční energie na k-té okno v j-tém měsíci  
[kWh/m<sup>2</sup>]

Pro neprůsvitné konstrukce se solární zisky mohou zanedbat. Jsou-li solární zisky neprůsvitnými konstrukcemi zanedbány, je v souladu s EN ISO 13790 zanedbána i výměna sáláním mezi okny a oblohou  $Q_{r,k,j}$

Vnitřní solární zisky

$$Q_{int} = q_{app} \cdot S_p \cdot \frac{h_{pr}}{1000} [kWh / den]$$

kde:  $q_{app}$  měrný tepelný zisk [kW/m<sup>2</sup>]  
 $S_p$  podlahová plocha [m<sup>2</sup>]  
 $h_{pr}$  uvažovaná doba působení zisků [h]  
(uvažuji 10h)

měrný tepelný zisk  $q_{app}$  hodnoty dle TNI 73 0331

$$q_{app} = q_{oc} + q_{os} \quad [kW / m^2]$$

kde:  $q_{oc}$  měrný tepelný zisk od osob  $[W/m^2]$   
(uvažuji  $7 \text{ W} \cdot m^{-2}$ )

$q_{os}$  měrný tepelný zisk od osvětlení  $[W/m^2]$   
(uvažuji  $3,8 \text{ W} \cdot m^{-2}$ )

Podíl zisků a ztrát v otopném režimu

$$\gamma = \frac{Q_{Sol} + Q_{int}}{Q_{TR} + Q_{VE}} \quad [-]$$

Vnitřní tepelná kapacita budovy C

$$C = C_m \cdot S \quad [J / K]$$

kde:  $C_m$  vnitřní měrná tepelná kapacita budovy  $[kJ/K \cdot m^2]$   
(uvažuji  $250 \text{ kJ} \cdot K^{-1} \cdot m^{-2}$ )

S plocha vnitřních konstrukcí  $[m^2]$

Časová konstanta budovy

$$\tau = \frac{C/3600}{H_{TR} + H_{VE}} \quad [h]$$

Faktor setrvačnosti budovy

$$a = 0,8 + \frac{\tau}{15} \quad [-]$$

Stupeň využití zisků v topném režimu pro  $\gamma_H \neq 1$

$$\eta_H = \frac{1 - \gamma^a}{1 - \gamma^{a+1}} \quad [-]$$

Stupeň využití zisků v topném režimu pro  $\gamma_H = 1$

$$\eta_H = \frac{a}{a+1} \quad [-]$$

Stupeň využití zisků v topném režimu pro  $\gamma_H < 0$

$$\eta_H = \frac{1}{\gamma} \quad [-]$$

## Bilance potřeb

Denní potřeba tepla pro vytápění

$$Q_{H,d} = (Q_{VE} + Q_{TR}) - \eta \cdot (Q_{sol} + Q_{int}) \quad [kWh / den]$$

Měsíční potřeba tepla

$$Q_{H,m} = Q_{H,d} \cdot d_m \quad [kWh / měsíc]$$

kde:  $d_m$  počet dnů v měsíci

Měsíční potřeba tepla na teplou vodou

$$Q_{TUV,m} = Q_{1n} \cdot d_m \quad [kWh / měsíc]$$

kde:  $Q_{1n}$  potřeba tepla na TV za den [kW/den]

Celková potřeba tepla za rok

$$Q_{H,r} = \sum Q_{TUV} + \sum Q_{H,m} \quad [kWh / rok]$$

Spotřeba energie

$$Q_c = Q_{H,r} / COP \quad [kWh / rok]$$

Navržené tepelné čerpadlo má uvažované COP 3,1.

Data pro tepelné zisky:

Výpočtová teplota pro oblast

Měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
počet dni	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	31	31
venkovní teplota (°C)	-2	-0,6	3,7	8,7	14,1	16,9	18,8	17,8	14	8,7	3,6	-0,2

Plochy otvorů na světovou stranu

světová strana	plocha otvorů
S	7,17
J	4,03
JV	20,49
JZ	47,12
V	7,64
Z	3,62
H	5,51

Výpočet potřeby tepla měsíční metodou

		leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
$H_{TR}$	(W/K)	548,26	548,26	548,26	548,26	548,26	548,26	548,26	548,26	548,26	548,26	548,26	548,26
$H_v$	(W/K)	673,45	673,45	673,45	673,45	673,45	673,45	673,45	673,45	673,45	673,45	673,45	673,45
$Q_L$	(W)	23579,02	21868,62	16615,27	10506,71	3909,47	488,68	-1832,57	-610,86	4031,65	10506,71	16737,44	21379,94
$Q_{TR}$	(kWh)	-253,96	-235,53	-178,95	-113,16	-42,11	-5,26	19,74	6,58	-43,42	-113,16	-180,27	-230,27
$Q_{VE}$	(kWh)	-155,97	-144,66	-109,91	-69,50	-25,86	-3,23	12,12	4,04	-26,67	-69,50	-110,71	-141,42
$Q_{sol}$	(kWh/den)	58,9	105,5	127,0	145,2	158,8	146,9	150,8	161,8	130,2	101,4	56,4	40,7
$Q_{int}$	(kWh/den)	76,7	76,7	76,7	76,7	76,7	76,7	76,7	76,7	76,7	76,7	76,7	76,7
$\gamma$	(-)	0,331	0,479	0,705	1,215	3,465	26,319	7,138	22,453	2,952	0,975	0,457	0,316
$C$	(J/K)	225678,5	225678,5	225678,5	225678,5	225678,5	225678,5	225678,5	225678,5	225678,5	225678,5	225678,5	225678,5
$t$	(h)	0,0513	0,0513	0,0513	0,0513	0,0513	0,0513	0,0513	0,0513	0,0513	0,0513	0,0513	0,0513
$a$	(-)	0,803	0,803	0,803	0,803	0,803	0,803	0,803	0,803	0,803	0,803	0,803	0,803
$\eta_H$	$\gamma \neq 1$ (-)	0,682	0,607	0,524	0,403	0,204	0,035	0,115	0,041	0,229	0,451	0,617	0,690
$\eta_H$	$\gamma = 1$ (-)	0,445	0,445	0,445	0,445	0,445	0,445	0,445	0,445	0,445	0,445	0,445	0,445
$\eta_H$	$\gamma < 0$ (-)	3,02	2,087	1,418	0,823	0,289	0,038	0,140	0,045	0,339	1,026	2,187	3,167
$Q_{Hd}$	(kWh/den)	-317,5	-269,5	-182,2	-93,3	-19,9	-0,6	57,9	20,4	-22,6	-102,3	-208,9	-290,7
$Q_{Hm}$	(kWh/měsíc)	-9843,5	-7547,4	-5648,7	-2800,5	-618,0	-17,8	1795,0	632,5	-679,1	-3172,1	-6474,8	-9011,1
$Q_{TUV}$	(kWh/měsíc)	-85,6	-77,3	-85,6	-82,8	-85,6	-82,8	-85,6	-85,6	-82,8	-85,6	-85,6	-85,6
										potřeba	$Q_{Hr} =$	-46823,1	kWh/rok
										spotřeba	$Q_c =$	-15104,2	kWh/rok

## 15. NÁVRH TEPELNÉ IZOLACE POTRUBÍ

Teplná ztráta potrubí kruhového průřezu se vypočte dle vztahu:

$$Q_{ztr} = U_o \cdot l \cdot (t_{in} - t_{out}) \quad [W]$$

kde:  $U_o$  součinitel prostupu tepla válcovou stěnou [ $W/m \cdot K$ ]  
 $l$  délka potrubí [m]  
 $t_{in}$  teplota média [ $^{\circ}C$ ]  
 $t_{out}$  teplota v okolí potrubí [ $^{\circ}C$ ]

Stanovení součinitele prostupu tepla:

$$U_o = \frac{\pi}{\frac{1}{2 \cdot \lambda_t} \cdot \ln \frac{d}{d - 2 \cdot s_t} + \frac{1}{2 \cdot \lambda_{iz}} \cdot \ln \frac{D}{d} + \frac{1}{\alpha_e \cdot D}} \quad [W / m \cdot K]$$

kde:  $\lambda_t$  součinitel tepelné vodivosti materiálu potrubí [ $W/m \cdot K$ ]  
 $d$  vnější průměr trubky [mm]  
 $s_t$  tloušťka stěny potrubí [mm]  
 $\lambda_{iz}$  součinitel tepelné vodivosti materiálu izolace [ $W/m \cdot K$ ]  
 $D$  průměr potrubí s tloušťkou izolace [mm]  
 $(D = d + 2 \cdot s_{iz} \cdot D)$   
 $s_{iz}$  tloušťka izolace [mm]  
 $\alpha_e$  součinitel přestupu tepla mezi povrchem potrubí a okolního prostředí [ $W/m^2 \cdot K$ ]

Určující hodnoty součinitelů prostupu tepla vztažených na jednotku délky u vnitřních rozvodů dle vyhlášky č. 193/2007 Sb

DN	$U_o$
(mm)	( $W/m \cdot K$ )
DN 10 až DN 15	0,15
DN 20 až DN 32	0,18
DN 40 až DN 65	0,27
DN 80 až DN 125	0,34
DN 150 až DN 200	0,40

Návrh izolace potrubí

Dimenze potrubí	Tloušťka izolace $s_{iz}$	$\lambda_t$	d	st	$\lambda_{iz}$	$\alpha_e$	$U_o$	Tepelná ztráta potrubí s izolací (W/m)	Tepelná ztráta potrubí bez izolace (W/m)	Úspora
Dxt (mm)	(mm)	(W/m · K)	(mm)	(mm)	(W/m · K)	(W/m <sup>2</sup> · K)	(W/m · K)	(W/m)	(W/m)	%
12x1	6	372	12	1	0,038	10	0,236	7,57	12,06	37
15x1	9	372	15	1	0,038	10	0,234	7,50	15,08	50
18x1	9	372	18	1	0,038	10	0,264	8,45	18,10	53
22x1	30	372	22	1	0,0362	10	0,162	5,18	22,12	77
28x1,5	40	372	28	1,5	0,0362	10	0,161	5,14	28,15	82
35x1,5	50	372	35	1,5	0,0362	10	0,162	5,19	35,18	85
42x1,5	30	372	42	1,5	0,0362	10	0,237	7,60	42,22	82
54x2	40	372	54	2	0,0362	10	0,236	7,56	54,28	86
64x2	40	372	64	2	0,0362	10	0,264	8,45	64,34	87
Potrubí 12x1 až 18x1 je vedeno v podlaze a bude izolováno izolací z PE MIRELON										

## 15.1. Technický list tepelné izolace potrubí ROCKWOOL



### TECHNICKÉ IZOLACE

### TECHNICKÝ LIST

## PIPO, PIPO ALS POTRUBNÍ IZOLAČNÍ POUZDRO

### • POPIS VÝROBKU

Potrubní izolační pouzdro PIPO a potrubní izolační pouzdro s polepem PIPO ALS jsou tepelněizolační výrobky z kamenné vlny (minerální plsti) pojené organickou pryskyřicí. Mají tvar dutého podélně děleného válce vyrobeného z jednoho nebo více segmentů, se zámkem zamezujícím ztrátě tepla v podélném spoji.

Výrobek PIPO ALS je opatřen povrchovou úpravou z hliníkové fólie vyztužené mřížkou ze skleněných vláken (ALS). Pouzdro je na podélném spoji opatřeno přesahem fólie se samolepicí páskou pro dokonalé uzavření pouzdra, která nenahrazuje nosné spoje. Pro snadnější montáž na potrubí je pouzdro opatřeno jedním až třemi vnitřními nářezy. Zámky jsou opatřena pouzdra od tloušťky izolace 50 mm včetně.

V souladu se standardem v zemích EU doporučujeme stáhnout potrubní izolační pouzdro v příčném směru (po obvodu) hliníkovou samolepicí ALS páskou nebo drátem na těch místech na běžný metr délky pouzdra.

### • ZÁVISLOST SOUČinitele TEPELNÉ VODIVOSTI NA TEPLOTĚ

$\lambda_m = 5 \cdot 10^{-7} \cdot t_m^2 + 8,7 \cdot 10^{-5} \cdot t_m + 0,0329 \text{ (W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1})$  Platnost zjištěna na válcové sondě podle metody EN ISO 8497.

### • OBLAST POUŽITÍ

Pro tepelné izolace potrubních rozvodů s provozní teplotou od +15°C do +250°C.

### • VLASTNOSTI KAMENNÉ VLNY ROCKWOOL

Tepelné izolační schopnosti. Nehořlavost – ochrana proti šíření plamene a požáru. Zvuková pohltivost. Vodoodpudivost a odolnost proti vlhkosti – pouzdro je v celém objemu hydrofobizované. Paropropustnost. Rozměrová stálost.

### • BALENÍ

Pouzdra jsou balena do kartonových krabic nebo volně (počty kusů – viz. tabulka). Balení s počtem nad 25 kusů pouzder je možné dodat i v polovičním množství.

ROCKWOOL je zapojen do systému sdruženého plnění povinností zpětného odběru a využití odpadů z obalů „Systém tříděného sběru v obcích EKO-KOM“.

ROZMĚRY, VÝROBNÍ SORTIMENT A BALENÍ								
Vnitřní průměr pouzdra = vnější průměr potrubí (mm)		Tloušťka izolační vrstvy (mm)						
		25	30	40	50	60	80	100
21	počet pouzder v kartonové krabici (ks)	48	42	24	19	12	6	5
27		47	35	20	16	12	6	4
34		35	30	20	12	11	6	4
42		30	24	17	12	9	6	4
49		24	20	14	12	9	6	4
57		20	19	12	11	8	5	3
60		20	19	12	9	7	5	3
70		16	14	12	9	6	5	3
76		15	12	10	8	6	4	3
89		12	11	8	6	6	4	3
102		11	9	7	7	6	4	3
108		9	8	6	6	5	4	3
114		9	8	6	6	5	3	2
133		10	9	7	6	4	3	2
140		9	8	6	5	4	3	2
159		8	8	6	5	4	2	2
168		7	7	5	4	3	2	2
194		7	5	4	4	3	2	2
219	6	5	4	3	3	2	1	
Délka pouzdra (mm)		1000						

Nestandardní a v tabulce neuvedené rozměry výrobků po dohodě s ROCKWOOL, a. s.



## 15.2. Technický list tepelné izolace potrubí MIRELON

### MIRELON® PRO

#### Termoizolační trubice z pěnového polyetylenu s uzavřenou buněčnou strukturou.

**MIRELON® PRO** jsou trubice určené k izolaci rozvodů teplé i studené vody, k izolaci vedení ústředního vytápění, k izolaci sanitárních rozvodů.

**MIRELON® PRO** je díky vynikající tepelně izolační vlastnosti, ohebnosti a snadné zpracovatelnosti ideálním tepelně izolačním materiálem rozvodů pro novostavby, adaptace a rekonstrukce.

#### Technická data:

- nelaminované provedení
- s podélným nářezem
- délka: 2 m
- tloušťka stěny: 6, 9, 13, 20, 25 mm
- vnitřní průměr: 6 až 134 mm

**Barva:** šedočerná

---

#### *MIRELON® PRO – Fyzikální vlastnosti*

parametr	značka	jednotka	hodnota	zkušební metoda, protokol
tepelná odolnost	-	°C	-65 - +90	
součinitel tepelné vodivosti [ 10 °C]	$\lambda$	W/m.K	0,038	ISO 8302
číslo odporu difúze vodní páry	$\mu$	-	2247	ČSN 64 6223
objemová hmotnost	-	kg/m <sup>3</sup>	25 - 35	ČSN EN ISO 845
nasákavost	-	kg/m <sup>2</sup>	max. 0,05	ČSN EN 13 472
rozměrová stálost		%	≤2	
odolnost	proti vlhkosti, kyselinám, louhům, ropným látkám atd.			

## **C. PROJEKT**

# **1. TECHNICKÁ ZPRÁVA**

## **1.1. Úvod**

Tento projekt řeší vytápění a přípravu teplé vody.

### **1.1.1. Umístění objektu**

Tento objekt je realizován v okrese Brno-venkov, v obci Pasohlávky.

### **1.1.2. Popis objektu**

Jedná se o výstavní prostor v jednopodlažní budově. Tento je doplněn místnostmi pro skladování a kancelářskými prostory.

### **1.1.3. Popis provozu v objektu**

Objekt bude používán jako výstavní prostor. Neuvažuje se zde s trvalým pobytem osob. Předpokládá se 10 hodinový provoz budovy.

## **1.2. Podklady**

Podkladem pro zpracování projektu byl stavební půdorys a řezy objektu. Jako podklad k návrhu byly použity tyto normy a předpisy:

ČSN 06 0310 – Tepelné soustavy v budovách – Projektování a montáž

ČSN 06 0320 – Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody – Navrhování a projektování

ČSN 06 0830 – Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení

ČSN 73 05040 – Tepelná ochrana budov

ČSN EN 12831 – Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu

ČSN EN 12828 – Tepelné soustavy v budovách – Navrhování teplovodních tepelných soustav

TNI 730331 – Energetická náročnost budov – Typické hodnoty pro výpočet

Předpis č. 361/2007 Sb. Nařízení vlády, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci

Vyhláška č. 193/2007 Sb. kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu

### 1.3. Základní technické informace

Místo:	Pasohlávky
Nadmořská výška:	219,39 m n.m.
Venkovní výpočtová teplota:	-15 °C dle ČSN 73 05040–3
Průměrná venkovní teplota:	4,1°C

Celková tepelná ztráta objektu je 44,12 kW. Z toho je pokryto 18,57 kW teplovzdušným větráním. Další potřeba tepla je na větrací clonu o uvažovaném výkonu 6,9 kW.

Celková roční potřeba tepla pro vytápění a ohřev vody je 46,8 MWh/rok.

### 1.4. Zdroj tepla

#### 1.4.1. Druh primární energie

Jako primární zdroj energie je navržena elektrická energie přivedená z přípojky.

#### 1.4.2. Zdroj tepla pro vytápění a ohřev teplé vody

Jako zdroj tepla pro vytápění a ohřev teplé vody je navrženo tepelné čerpadlo GREENLINE D55 země/voda se zemními vrtly o výkonu 55 kW. Předběžný návrh počítá se 7 vrtly o hloubce 105 m. Příprava teplé vody je řešena zásobníkovým ohřevem o velikosti 500 l. Zásobník je opatřen elektrickou topnou tyčí o výkonu 2,2 kW na dotápění a pokrytí případných výpadků.

Zdroje jsou zapojeny dle výkresu: Schéma zapojení zdroje tepla

#### 1.4.3. Zabezpečovací zařízení

Otopná soustava je zabezpečena uzavřenou expanzní membránovou nádobou o objemu 150 l a pojistným ventilem o otevíracím přetlaku 2,5 baru. Zásobníkový ohříváč teplé vody bude jištěn pojistným ventilem umístěným na přívodu studené vody. Bude nastaven na otevíracím přetlaku 10 barů.

## **1.5. Otopná soustava**

### **1.5.1. Popis otopné soustavy**

Je navržena dvoutrubková uzavřená soustava s nuceným oběhem. Je dělena do 4 větví. Všechny větve jsou zapojeny do rozdělovače a sběrače, který je následně zapojen do akumulační nádoby, aby nedocházelo k častému zapínání zdroje tepla. Příprava topné vody pro vzduchotechnickou jednotku je plánovaná na teplotní spád 50/35 °C stejně jako vzduchotechnická clona. Teplota přívodní vody pro vzduchotechnickou jednotku bude regulována směřováním pomocí trojcestného ventilu. Podlahové vytápění v místnosti 101 Galerie je uvažováno s teplotním spádem 38/30 °C. Teplota vody pro tento zdroj tepla bude regulována trojcestným ventilem. Místnosti kanceláří a WC bude vytápěno deskovými tělesy a lamelovými konvektory s teplotním spádem 50/40 °C.

Příprava teplé vody je řešena zásobníkovým ohřevem o velikosti 500 l. Zásobník je opatřen elektrickou topnou tyčí na dotápění a pokrytí případných výpadků.

### **1.5.2. Otopné plochy**

V místnosti 101 Galerie a 103 Chodba je navrženo podlahové vytápění. Potrubí otopného hadu je navrženo ze zesíťovaného polyethylenu PE-Xa RAUTHERM S. Otopný had bude uchycen systémem Tacker. Potrubí bude dále zalito do betonové mazaniny o tloušťce 65 mm. Otopné hady jsou zapojeny do R + S dle výkresové dokumentace. Jednotlivé rozdělovače jsou pospojovány vedením zavěšeným pod stropem a jsou vyregulovány vyvažovacími ventily. Dilatační spáry budou dodrženy dle výkresové dokumentace o minimální tloušťce 10 mm. Všechny konstrukce procházející podlahou budou obaleny dilatačním pásem.

Místností kanceláří a WC budou vytápěny otopnými tělesy Radik VK s integrovaným termostatickým ventilem. Dále budou použity konvektory Koralline LK, které budou umístěny v prostoru kanceláří před okny. Otopná tělesa jsou spojeny do R + S vedením v podlaze.

Je navržena vzduchotechnická clona v místnosti 101 Galerie. Ta bude instalována nad vchodovými dveřmi a opatřena termostatickou hlavicí.

Všechny uvedené rozvody tepla jsou napojeny do centrálního R + S umístěného ve strojovně.

### **1.5.3. Vedení rozvodů**

Rozvody budou vedeny v podlaze. V místnosti 101 Galerie bude potrubí vedeno pod stropem, kde bude kryto zavěšeným podhledem. Svislé potrubí bude vedeno v drážkách. Při prostupu rozvodu konstrukcí nebo dilatační vrstvou musí být potrubí vedeno v chrániče. Rozdělovače a sběrače budou umístěny do skříní.

### **1.5.4. Materiál rozvodů, spojování, izolace**

Otopná soustava je navrhována z mědi. Spojování potrubí je provedeno pájením. Izolace rozvodů bude provedena Rockwool izolací. Potrubí vedeno v podlaze bude izolováno PE izolací.

### **1.5.5. Oběhová čerpadla**

Nucený oběh vody je zajištěn pro každou větev čerpadly Grundfos. V okruhu mezi akumulací nádobou a tepelným čerpadlem je oběh vody zajištěn oběhovým čerpadlem, který je součástí tepelného čerpadla.

### **1.5.6. Plnění, vypouštění a odvzdušnění soustavy**

První plnění otopné soustavy proběhne plněním upravenou vodou. Další doplňování již probíhá pitnou vodou z vodovodu.

Vypouštění se provede vypouštěcími kohouty ve spodní části soustavy a přes zátku deskového tělesa.

Odvzdušnění je zajištěno automatickými odvzdušovacími nádobami v nejvyšších místech soustavy.

### **1.5.7. Regulace**

Tepelné čerpadlo bude řízeno ekvitermní regulací. Zapojení této regulace není součástí projektu.

Je navržena přednostní krátkodobá příprava teplé vody. Instalovaný zásobník teplé vody bude opatřen termostatem napojeným na řídicí jednotku. Řídicí jednotka bude nastavena na primární přípravu teplé vody. Při plné akumulaci zásobníku se přepne instalovaný trojcestný ventil na stranu otopného okruhu. Příprava vody bude přednostně připravována při nečinnosti vzduchotechniky.

Okruh pro přípravu otopné vody pro vzduchotechniku má osazen trojcestný ventil se servopohonem, který zajistí požadovanou teplotu otopné vody podle ekvitermní regulace.

Ekvitermní regulace větve 4A podlahového vytápění bude zajištěna směřováním pomocí trojcestného ventilu s elektropohonem napojeným na řídicí jednotku ekvitermní regulace. Regulace podle vnitřní teploty bude na otopných tělesech zajištěna termostatickými ventily.

## **1.6. Požadavky na ostatní profese**

### **1.6.1. Požadavky na stavební práce**

Je nutné zajistit zhotovení prostupů a drážek pro vedení rozvodů. Po dokončení rozvodů je nutné zapravení těchto prostupů. Po instalaci rozvodů vedených pod stropem bude následovat instalace podhledů. Při montáži vedení stavby zajistí koordinaci s ostatními profesemi.

### **1.6.2. Požadavky na elektroinstalace**

Pro napojení tepelného čerpadla a regulátoru na elektrickou instalaci je nutno zřídit do blízkosti samostatně jištěný přívod ukončený zásuvkami.

### **1.6.3. Požadavky na rozvod zdravotechiky**

V kotelně bude umístěna podlahová vpust se zápachovou uzavírkou. Dále je nutné připojení zásobníku teplé vody na rozvod studené, teplé a cirkulační vody. V kotelně bude přiveden také rozvod studené vody pro doplňování do otopného systému.

### **1.6.4. Požadavky na měření a regulace**

Osazení řídicích jednotek a jejich zapojení se všemi čerpadly, termostaty, teplotními čidly a trojcestnými ventily bude realizováno dle požadavku uvedených v odstavci 1.5.7 Regulace.

## **1.7. Montáž, uvedení do provozu a provoz**

### **1.7.1. Zdroj**

Instalaci a uvedení zařízení do provozu musí provést osoba s odpovídající kvalifikací, vlastníci osvědčení o kvalifikaci a oprávnění k činnosti odpovídajícího rozsahu. Před uvedením zařízení do provozu je nutno zajistit revizi elektroinstalace.

### **1.7.2. Otopná soustava**

Montáž a uvedení topné soustavy do provozu se řídí dle normy ČSN 06 0310. Montážní práce musí provádět osoba autorizovaná k tomuto úkonu s příslušným osvědčením. Po dokončení montáže se provede zkouška těsnosti instalovaného zařízení.

Soustava se naplní vodou o s nejvyšším dovoleným přetlak 2,5 barů, řádně se odvzdušní a celé zařízení, včetně spojů, otopných těles a armatur, se prohlédne. Nesmějí projevit viditelné netěsnosti. Soustava zůstane napuštěna nejméně 6 hodin, pak se provede nová prohlídka. Zkouška se považuje za úspěšnou, neobjeví-li se při této prohlídce netěsnosti a nebo neprojeví-li se znatelný pokles hladiny v expanzní nádobě. Provede se zápis o zkoušce.

### **1.7.3. Topná zkouška**

Uvedení soustavy do provozu spočívá v provedení zkoušky těsnosti a v provedení dilatační a topné zkoušky dle ČSN 06 0310. Dilatační zkouška se provede dvojnásobným ohřátím soustavy na nejvyšší pracovní teplotu a jejím ochlazením. Při zkoušce nesmí být zjištěny netěsnosti ani jiné závady. Součástí topné zkoušky bude i dvojnásobný proplach soustavy ohřátou topnou vodou. Topná zkouška systému ústředního vytápění bude provedena v rozsahu 24 hodin. Součástí topné zkoušky je i seřízení soustavy a ověření funkce zabezpečovacích zařízení. Během topné zkoušky se zaškolí obsluha zařízení a provede se záznam.

### **1.7.4. Způsob obsluhy a ovládání**

Zařízení je určeno pro občasnou obsluhu jednou osobou, spočívající v kontrole funkce zařízení a korekci nastavených uživatelských parametrů. Osoba obsluhující zařízení musí být seznámena s bezpečnostními předpisy, provozními podmínkami zařízení a v obsluze zacvičena. Musí mít k dispozici návody k obsluze zařízení.

## **1.8. Ochrana zdraví a životního prostředí**

### **1.8.1. Vlivy na životní prostředí**

Instalací a provozem topných soustav nedojde ke zhoršení vlivů na životní prostředí.

### **1.8.2. Hospodaření s odpady**

Při instalaci a provozu zařízení je nutné splnit požadavky zákona 185/2001 Sb. o odpadech v aktuálním platném znění.



## **1.9. Bezpečnost a požární ochrana**

### **1.9.1. Požární ochrana**

Při instalaci a provozu zařízení nejsou kladeny zvláštní požadavky na požární ochranu.

### **1.9.2. Bezpečnost při realizaci díla**

Bezpečnost při realizaci díla zajišťuje zhotovitel dle zákona 262/2006 zákoníku práce, vyhlášky č. 601/2006 Sb. o bezpečnosti práce a technických zařízení při stavebních pracích a nařízení vlády č. 591/2006 Sb. o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci na staveništích.

Veškeré práce mohou provádět pouze osoby s odpovídající kvalifikací.

### **1.9.3. Bezpečnost při provozu a užívání zařízení**

Zařízení může obsluhovat pouze proškolená osoba. Při obsluze zařízení je nutno dodržovat postupy uvedené v návodech k obsluze zařízení a pokynech pro obsluhu zařízení. Předání návodů a pokynů pro obsluhu zařízení a zaškolení obsluhy je povinností zhotovitele zařízení.

## ZÁVĚR

Cílem mé bakalářské práce bylo navrhnout řešení vytápění výstavního objektu za použití obnovitelného zdroje tepla.

Objekt byl zařazen dle vyhlášky 78/2013 sb. do skupiny C. Je navrženo nucené větrání objektu. Prostor pro vzduchotechnickou jednotku jsem vyhradil do místnosti Strojovny. Zdrojem tepla je tepelné čerpadlo země/voda IVT D55 se zemními vrty. Předběžně navrhuji 7 vrtu do hloubky 105 m. V objektu je navržena primární příprava teplé vody zásobníkovým ohřevem. Přepnutí zdroje tepla na ohřev teplé vody je zajištěno trojcestným ventilem. Dále navrhuji nepřímotopný 500 l zásobník OKCE 500 NTR/HP Dražice s rozšířenou teplosměnnou plochou, určený ke kombinaci s tepelným čerpadlem. Aby nedocházelo k častému zapínání tepelného čerpadla navrhuji akumulární nádrž o objemu 1500 l.

Soustavu jsem rozdělil na 4 samostatné větve. Ty jsou rozděleny rozdělovačem umístěným ve strojovně. První větev je navržena pro podlahové vytápění, druhá slouží pro napojení otopných těles. Třetí větev je navržena pro ohřev vzduchu lamelovým výměníkem ve vzduchotechnické jednotce s uvažovaným teplotním spádem 50/35 °C. Ta je osazena trojcestným ventilem pro směšování vratné vody. Se stejným teplotním spádem je uvažována i poslední větev napojená na vzduchovou clonu.

Všechny větve mají navržena samostatná čerpadla GRUNDFOSS.

Podlahové vytápění je regulováno trojcestným ventilem. Potrubí je vedeno pod stropem ze strojovny. Dále se rozvod větví k jednotlivým R + S umístěným v místnosti galerie. Jako materiál pro vedení rozvodů jsem zvolil měď. Všechny rozdělovače jsem hydraulicky vyreguloval mezi sebou za použití vyvažovacích ventilů. Z jednotlivých rozdělovačů jsou vedeny otopné hady ze zesíťovaného polyethylenu. Ty jsou uchyceny systémem Tracker od firmy REHAU a jsou zality betonovou mazaninou. Dále jsem navrhl desková otopná tělesa KORADO Radik VK s integrovaným termostatickým ventilem. Budou osazena termostatickou hlavicí. V kanceláři jsou desková tělesa doplněna konvektory.

Dále jsem navrhl tepelnou izolaci pro rozvody potrubí a provedl návrh zabezpečovacího zařízení. Na závěr jsem vypočetl potřebu tepla pro budovu a spotřebu energie pro přípravu tepla.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. BAŠTA, J.: *Velkoplošné sálavé vytápění: podlahové, stěnové a stropní vytápění a chlazení*. 1. vyd. Praha: Grada, 2010, 128 s. ISBN 978-80-247-3524-5.
2. POČINKOVÁ, M.: *Podlahové a stěnové vytápění, stropní chlazení: podlahové, stěnové a stropní vytápění a chlazení*. 1. vyd. Brno: ERA, 2007, 118 s. ISBN 978-80-7366-085-7.
3. ROH, J.: *Podlahové vytápění PURMO* [online]. 7.9.2000. [cit. 2014-05-18]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/304-podlahove-vytapeni-purmo>
4. TREUOVÁ, L.: *Velkoplošné převážně sálavé vytápění* [online]. [cit. 2014-05-18]. Dostupné z: [http://www.fce.vutbr.cz/TZB/treuova.l/ST51/4\\_podlaha.pdf](http://www.fce.vutbr.cz/TZB/treuova.l/ST51/4_podlaha.pdf)
5. *Katalog Gabotherm* [online]. [cit. 2014-05-24]. Dostupné z: [http://www.tenaur.cz/soubory/podlahove\\_vytapeni\\_gabotherm.pdf](http://www.tenaur.cz/soubory/podlahove_vytapeni_gabotherm.pdf)

### Obrázkové zdroje

6. BAŠTA, J.: *Podlahové vytápění* [online]. [cit. 2014-05-18]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/3442-podlahove-vytapeni-ii>
7. *Katalog Rehau* [online]. [cit. 2014-05-18]. Dostupné z: [http://www.voda-topeni-plyn.eu/userfiles/file/PLOSNE\\_VYTAPENI\\_CHLAZENI\\_techicke\\_informace\\_864600\\_CZ.pdf](http://www.voda-topeni-plyn.eu/userfiles/file/PLOSNE_VYTAPENI_CHLAZENI_techicke_informace_864600_CZ.pdf)

### Použité normy, vyhlášky

8. NORMA ČSN 73 0540–2 *Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky*.2011.
9. NORMA ČSN 73 0540–3 *Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin* 2005.
10. NORMA ČSN 06 0320 *Tepelné soustavy v budovách–Příprava teplé vody–Navrhování a projektování*.2006.
11. NORMA ČSN EN 1264–4 *Podlahové vytápění – Soustavy a komponenty – Část 4: Montáž*.2010.
12. NORMA ČSN EN 12831 – *Tepelné soustavy v budovách*.2005.

13. NORMA ČSN EN ISO 13790 *Energetická náročnost budov – Výpočet potřeby energie na vytápění a chlazení*.2009.
14. nařízení vlády č. 361/2007 *kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci*
15. vyhláška č. 193/2007 Sb. *kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu*
16. vyhláška č. 78/2013 Sb. *o energetické náročnosti budov*

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A OZNAČENÍ

### Seznam symbolů a označení

Označení	Popis	Jednotka
$U$	součinitel prostupu tepla	$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$
$R_T$	tepelný odpor při prostupu tepla	$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$
$R_{si}$	odpor při přestupu tepla na vnitřní straně	$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$
$R_{se}$	odpor při přestupu tepla na vnější straně	$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$
$H_{T,ie}$	součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí pláštěm budovy	$W/K$
$H_{T,iue}$	součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí nevytápěným prostorem	$W/K$
$H_{T,ig}$	součinitel tepelné ztráty prostupem do zeminy z vytápěného prostoru do zeminy	$W/K$
$H_{T,ij}$	součinitel tepelné ztráty z vytápěného prostoru do sousedního prostoru vytápěného na výrazně jinou teplotu	$W/K$
$V_v$	objem vzduchu	$m^3$
$n_{50}$	intenzita výměny vzduchu při tlakovém rozdílu 50 Pa mezi interiérem a exteriérem	$h^{-1}$
$n_{min}$	minimální výměna vzduchu	$h^{-1}$
$e$	součinitel charakterizující zatížení budovy větrem	–
$c$	měrná tepelná kapacita vzduchu	$J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$
$\theta_i$	požadovaná vnitřní teplota	$^{\circ}C$
$\theta_e$	venkovní teplota	$^{\circ}C$
$A_k$	plocha konstrukce	$m^2$
$U_{kc}$	korigovaný součinitel prostupu tepla	$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$
$b_u$	teplotní redukční činitel	–
$f_g$	korekční činitel	–
$G_w$	korekční činitel zohledňující vliv spodní vody	–
$\rho$	hustota	$kg \cdot m^{-3}$
$R$	tlaková ztráta třením	$Pa / m$
$w$	rychlost proudění kapaliny	$m \cdot s^{-1}$
$\xi$	součinitel místního odporu	–
$Z$	tlaková ztráta místními odpory	$Pa$
$g$	tíhové zrychlení	$m \cdot s^{-1}$

### **Seznam zkratk**

TRV	termostatického ventil
RŠ	regulačního šroubení
VV	vyvažovací ventil
R + S	rozdělovač a sběrač
VK	ventil kompakt
ČSN	Česká technická norma
EN	Evropská norma
OS	Otopná soustava
TV	Teplá voda

## SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

### Seznam obrázků

Obr. 1 Suchý způsob vytvoření otopné plochy - řez podlahou [8] .....	17
Obr. 2 Mokrý způsob vytvoření otopné plochy - řez podlahou [8] .....	18
Obr. 3 Tvarování topného hadu .....	19
Obr. 4 Způsoby pokládky topného hadu s okrajovou zónou [4] .....	19
Obr. 5 Uchycení topného a) do plastových lišt, b) do systémové desky [9] .....	20
Obr. 6 Součinitel místního odporu pro oblouk 90° a 180° [1] .....	31

### Seznam Tabulek

Tab. 1 Kategorie podlah z hlediska poklesu dotykové teploty po teploty $\Delta\theta_{10,n}$ [1] .....	16
Tab. 2 Minimální tloušťky izolace .....	22
Tab. 3 Minimální tloušťky izolace dle ČSN 73 0540 .....	23
Tab. 4. Součinitel přestupu tepla sáláním $\alpha_{sp}$ [4] .....	27
Tab. 5 Spotřeba potrubí u meandrové pokládky [4] .....	31

## **SEZNAM PŘÍLOH**

- Výkres 1: Půdorys 1NP  
Výkres 2: Schéma zapojení otopných těles  
Výkres 3: Schéma zapojení zdroje tepla  
Výkres 4: Půdorys zapojení zdroje tepla